

# مناجات الحبيب العلوي

ناليف

## عبد الرحمن بن دوي

## الطبيعة الثالثة

19YY

النَّاشر: وَكَالَّا: المَطْبُوعَاتُ  
شارع فهد السَّلَم - الْكُوَيْت



## المنهج<sup>(١)</sup>

### ١ - معنى الكلمة:

هذا اللفظ ترجمة الكلمة *méthode* الفرنسية ونظائرها في اللغات الأخرى. وكلها تعود في النهاية إلى الكلمة اليونانية *μέθοδος*، وهي الكلمة التي أفلاطون يستعملها بمعنى البحث أو النظر أو المعرفة، كما تجدها كذلك عند أرسطو أحياناً كثيرة بمعنى «بحث». ولمعنى الاستدلال الأصلي لها يدل على الطريق أو المنهج المؤدي إلى الغرض المطلوب، خلال المصاحب والعقبات.

ولكنه لم يأخذ معناه الحالى، أي بمعنى أنه طائفة من القواعد العامة المصحوبة من أجل الوصول إلى الحقيقة في العلم، إلا ابتداء من عصر النهضة الأوروبية. ففي هذه الفترة نرى المناطقة يعنون بمسألة المنهج، كجرا، من أجزاء النطق: فثلا نرى مولينا ونونيز Molina, Nuñez يهتمان به؛ وينجد فصلاً طويلاً عن المنهج في كتاب زباريله Zabarella (سنة ١٥٧٨) عن «النطق»؛ وكذلك لدى أوستاش دي سان بول Eustache de Saint-Paul مؤلف كتاب «حلقة فيان» Somme du Feuillant مكتوب سنة ١٦٠٩.

غير أن هذه محاولات لا تزال غامضة. أما المحاولة الواضحة في ذلك العصر، عصر النهضة، فهي تلك التي قام بها راموس Ramus (سنة ١٥١٥ - ١٥٧٢)

(١) مراجع:

Claude Bernard : *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*  
*De la Méthode dans les Sciences*, 2 séries, 1920.

A. Lalande : *Les théories de l'induction et de l'expérimentation*.

L. Rougier : *La structure de théories déductives*.

فقد قسم المنطق إلى أربعة أقسام : التصور ، والحكم ، والبرهان ، والمنهج . والمنهج قد طالب بدراساته في آثار أصحاب البلاغة والعلم والرياضة . على أن راموس لم ينته إلى تحديد منهج دقيق للعلوم ، بل عنى خصوصاً بالمنهج في البلاغة والأدب ، شأنه شأن رجال عصر النهضة ، ولم يتم باللاحظة والتجربة إلى درجة كافية ، لكنه على كل حال صاحب الفضل في لفت النظر إلى أهمية المنهج ، مما وجد له صدى واسعاً في يناث ذلك العصر ، ثم في العصر التالي مباشرة عند مناطقة بور رويا وديكارت . ولعلة في أنه لم يسر طويلاً في طريق تكوينه المنهج الصحيح أنه كان أقرب إلى الأدب منه إلى العلم ، فلم يكن فزيائياً ، ولو أنه كان رياضياً .

وهنا ، أعني في القرن السابع عشر ، تمت الخطوة الخامسة في سبيل تكوين المنهج . في سيكون في كتابه « الأورغانون الجديد » Novum Organum (سنة ١٦٢٠) صاغ قواعد المنهج التجاري بكل وضوح . وديكارت حاول أن يكتشف المنهج المؤدى إلى حسن السير بالعقل ، والبحث عن الحقيقة في العلوم كما بدل على ذلك نفس عنوان كتابة « مقال في المنهج » (سنة ١٦٣٧) . وأتى أصحاب « منطق بور رويا » (الطبعة الأولى سنة ١٦٦٢) فعنوا بتحديد المنهج بكل وضوح ، وجعلوه القسم الرابع من منطقهم هذا .

حد أصحاب هذا المنطق المنهج بأنه « فن التنظيم الصحيح لسلسلة من الأفكار الجديدة ، إما من أجل الكشف عن الحقيقة ، حين تكون بها جاهلين ؛ أو من أجل البرهنة عليها للآخرين ، حين تكون بها عارفين ». فثمة إذن نوعان من المنهج : أحدهما للكشف عن الحقيقة ، ويسمى التحليل أو منهج الحل ، ويمكن أن يدعى أيضاً منهج الاختراع ؛ والآخر ، وهو الخاص بتعليمها للآخرين بعد أن تكون قد اكتشفناها ، يسمى بالتركيب أو منهج التأليف ، وعكن أن

ندعوه أيضاً «منهج المذهب» (طبعه إميل شارل . ص ٣٦٥ ، باريس سنة ١٨٧٨) . ولللاحظ على هذا التعريف للمنهج أنه ناقص ، إذ هو لا يكاد يتحدث إلا عن الأفكار ، لا عن الواقع والقوانين ، كما لاحظ إميل شارل (الموضع نفسه ، تعليق) . وما هذا إلا لأنهم عنوا بالمنهج الرياغي الاستدلالي ، دون المنهج التجربى أو التاريخي . ولذا لا نرى في جديهم كلاماً عن العلوم الفزيائية ، بل اقتصر الأمر تقريباً على الرياضيات والهندسة بوجه خاص .

يدأن من الممكن ، بإضافة منطق ي يكون إلى منطق بوررويال ، أن نقول إن المنهج الاستدلالي والمنهج التجربى قد تكونا في القرن السابع عشر بصورة واضحة .

وبذا تكونت فكرة المنهج بالمعنى الاصطلاحي المستعمل اليوم ابتداءً من ذلك التاريخ . ومعنىه إذن : الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقيقة في العلوم ، بواسطة طائفة من القواعد العامة تهيمن على سير العقل وتحدد عملياته حتى يصل إلى نتيجة معلومة .

## ٢ — أنواع المنهج :

والمنهج مفهوماً على هذا النحو ، قد يكون مرسوماً من قبل بطريقة تأمليه مقصودة ، وقد يكون نوعاً من السير الطبيعي للعقل لم تتحدد أصوله سابقاً . ذلك أن الإنسان في تفكيره قد بنظم أفكاره ورتبتها فيما يقتضي حتى تؤدى إلى المطلوب على أيسروجه وأحسنه ، على نحو طبيعى تقائى ليس فيه تحديد ولا تأمل قواعد مطلومة من قبل . فهذا منهج أيضاً ، ولكنه منهج تقائى . أما إذا تأملنا في المنهج الذى سرنا عليه في تحصيلنا لمعارفنا العلمية ، وحلولنا أن نحدد قواعده ونسن له قوانينه وتبين أوجه الخطأ والانحراف من أوجه الصواب والاستقلة ، ثم كونا

من هذا كله طائفة من القواعد العامة الكلية التي تخضع لها في المستقبل طرائق بحثنا ، فإن النهج يكون منهجاً عقلياً تاماً.

فكأن لدينا إذن نوعين من النهج : منهجاً تلقائياً ، وآخر تاماً. و واضح أن هذا الأخير هو الذي يمكن أن يكون موضوعاً لعلم ، هو هنا المطلق ، لأنه يقوم على التأمل والشعور ، لا على التلقائية واللاشعور غير الواضح . ولهذا فإننا سنستعمل النهج كموضوع لجزء من المطلق ، بهذا المعنى الأخير . وهو فعلاً المعنى الشائع المفهوم عادة ، حين التحدث عن البحث المنهجي ، أو السير على منهجه . وإن كان هذا يجب ألا ينسينا أن النهج التأملي يقوم في الأصل على النهج التلقائي . وتلك مسألة ستتضمن بعد قليل عند الكلام عن تكوين علم المناهج ، فإنها ليست من الوضوح كما يبدو لأول وهلة .

### ٣ - علم الناهج :

والعلم الباحث في النهج أو المناهج التأمليه يسمى علم المناهج .

وإذا كان النهج كارأينا هو البرنامج الذي يحدد لنا السبيل للوصول إلى الحقيقة أو الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقيقة في العلوم ، فإن من الممكن أن نفهم هذا اللفظ بمعنى عام ، فتدخل تحته كل طريقة تؤدى إلى غرض معلوم نريد تحصيله : فشمت على هذا الاعتبار منهجه للتعلم ، ومنهج القراءة ؛ وثبت أيضاً منهجه للوصول إلى نتائج مادية ، كما هي الحال في العلوم العملية . ففي الطب مثلاً يوجد منهجان : النهج الوقائي من الجراثيم ، aseptique ، والنهج العلاجي من الجراثيم antisепتيك . وللتربية منهجه ، والدراسات على اختلافها مناهج .

ولكن النهج كما نريده هنا لا يطلق بهذا المعنى العام ، بل يجب قصره على الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقيقة في العلوم النظرية . وطبعاً لاختلف

هذه العلوم ، تختلف المناهج ؛ ولكنها يمكن أن ترد إلى منهجهن ما الاستدلال والتجريب ، يضاف إليهما منهجه ثالث خاص بالعلوم الأخلاقية أو التاريخية هو منهجه الاسترداد .

والعلم الباحث في هذه المناهج الثلاثة خصوصاً يسمى علم المناهج . فهو العلم الباحث في الطرق المستخدمة في العلوم للوصول إلى الحقيقة .

وكلمة *Méthodologie* ترجع خصوصاً إلى *كانت* . فقد قسم المنطق إلى قسمين: مذهب المبادىء ، و موضوعه شروط المعرفة الصحيحة ، و علم المناهج الذي يحدد الشكل العام لكل علم ، والطريقة التي بها تكون أى علم كان . وإلى جانب علم المناهج العام هذا ، توجد علوم مناهج جزئية تختلف تبعاً للعلوم ، و مهمتها كل منها أن يحدد العمليات الواجب اتباعها في دراسته .

#### ٤ — تكوين هذا العلم :

ولما كان هذا العلم يبحث في المناهج التي يتبعها العلماء في أبحاثهم من أجل الوصول إلى الحقيقة كل في ميدانه ، فإنه لا يمكن أن يتكون إلا بالنظر في السبل التي سلكها هؤلاء العلماء أنفسهم . ومن هنا قامت مشكلة عظيمة تتصل بتكون هذا العلم : ما نصيب العالم المتخصص ، وما نصيب الفيلسوف في هذا التكوين ؟ وهي مشكلة قد أثيرت في أواخر القرن الماضي بعد أن وضعت في شكلها الحاسم كلوド برنار .

فالكلود برنار إن المناهج لا يمكن أن تدرس نظرياً كقواعد عامة يفرض على العالم بعد أن يسير وفقاً لها . إنما تكون في داخل العمل ، الذي هو معبد العلم الحقيق ، وإبان الاتصال المباشر بالواقع والتجارب العملية . « ذلك أن هذه العمليات والمناهج العملية لا تتعلم إلا في المعاشر ، حيث يكون القائم بالتجرب

في اشتباك مع مشاكل الطبيعة؛ فها هنا يجب أن نوجه الشباب أولاً. أما التاريخ والنقد العلمي فلن شأن السن الناضجة. ولا يمكن أن ينبع نتاج ذات قيمة إلا بعد أن يكون المرء قد بدأ يحصل على معيده الحقيقي، أعني في المعلم. ولا بد للمحرب أن تختلف عمليات البرهان لديه إلى غير نهاية، وفقاً للعلوم المختلفة... إن روح صاحب التاريخ الطبيعي ليست هي بعينها روح صاحب علم وظائف الأعضاء، وروح الكيميائي ليست روح الفزيائي... والتعاليم النافعة هي وحدها تلك الصادرة عن التفاصيل الخاصة بالمارسة التجريبية في علم معين بالذات. لقد أردت أن أعطي في هذا المدخل فكرة دقيقة قدر المستطاع عن علم وظائف الأعضاء والطب التجاري. ومع ذلك فأنا أبعد ما أكون من الادعاء أنني قدّمت قواعد وتعاليم يجب أن تتبع بطريقة دقيقة متقنة... لقد أوردت شواهد علمية، ولكنني احتطت جيداً في لا أعطي تفسيرات نافلة وفي لا أضع قاعدة واحدة مطلقة، لأنني أعتقد أن مهمة الاستاذ هي أن يقصر نفسه على أن يبين للتمييز بوضوح الغاية التي يستهدفها العلم، وأن يبين له كل الوسائل التي في وسعه من أجل بلوغه وتحصيله... إلا أن العلوم لا تتقدم إلا بالأفكار الجديدة وبالقوة المبدعة للروح» («المدخل لدراسة الطب التجاري»، القسم الثالث، الفصل الرابع، ص ٣٩٤ – ص ٣٩٦).

أما هؤلاء الفلاسفة الذين حاولوا أن يقدموا تعاليم عامة يجب على العالم اتباعها في بحثه فلم يفيدوا شيئاً في تقدم العلوم الخاصة. حقاً إن أحاجاتهم قد بدت في أول الأمر مغربية لأولئك الذين لا ينظرون إلى العلم إلا عن بعد؛ ولكنها ليست بذات قائلة إطلاقاً للعلماء الحقيقيين، كأنها أضفت هؤلاء الذين يريدون الإقبال على تحصيل العلم، ياظهارها الأمر على حال من البساطة الزائفة؛ وإلى جانب هذا كله قد أثقلت العقل مخلط من التعاليم والقواعد القامضة أو غير القابلة للتطبيق،

ما يحب أن ينادى الإنان إلى نسيانه إذا أراد أن يدخل في ميدان العلم ويصير مجرباً حقاً.

واللامح الرئيسية في رأى كلود برنار هذا هي أولاً : أن العلم لا يحصل إلا في العمل ووفقاً لـ الحاجة العلمية ؛ وثانياً أن العلم يحب إلا يسبق في ذهن العالم بـ ذهـب فـلـسـفـي مـعـيـن يـسـير وـفـقـاً لـهـ فيـ أـبـحـاثـهـ ؛ وـ ثـالـثـاً أـنـ المـناـهـجـ تـخـتـلـفـ باـخـتـلـافـ الـعـلـمـ ، لأنـ رـوـحـ هـذـاـ الـعـالـمـ الـفـرـزـيـ ، غـيـرـ رـوـحـ ذـلـكـ الـعـالـمـ الـكـيـمـيـ ، وـ لـيـسـ ثـمـةـ بـالـتـالـيـ مـنـهـجـ وـاحـدـ لـبـحـثـ فـيـ الـعـلـمـ كـلـهـ أـوـ فـيـ طـائـفـ مـنـهـ بـأـكـلـهـ . وـ النـتـيـجـةـ هـذـاـ إـذـنـ ، أـنـ تـكـوـنـ المـناـهـجـ لـيـسـ مـنـ مـهـمـةـ الـفـيـلـاسـوـفـ ، لأنـهـ لـاـ يـسـطـعـ إـلـاـ أـنـ يـقـدـمـ مـنـهـجـاـ عـامـاـ ، فـضـلـاـ عـنـ أـنـهـ لـيـسـ عـلـىـ اـتـصـالـ مـبـاـشـرـ بـالـعـلـمـ فـيـ مـعـبـدـهـ الـحـقـيـقـ . وـ هـوـ الـعـلـمـ : إـلـىـ جـانـبـ كـوـنـهـ مـتـأـثـرـاـ بـذـهـبـ خـاصـ يـتـحـكـمـ فـيـ تـقـدـيرـاتـهـ وـ تـوـجـيهـاتـهـ .

ورأى كلود برنار هذا صحيح في مضمونه العام . فليس لصاحب المنشق أن يفرض قواعد وتعاليم معينة على العالم المتخصص . وذلك أولاً لـ اختلاف فروع العلم اختلافاً يجعل من المستحيل تقريراً أن نعطي قاعدة عامة لـ كل العلماء في مختلف فروع العلم ؛ وثانياً تنويع العمليات تبعاً للأحوال الخاصة موضع الدرس ، مما يجعل التعليم أـ كـثـرـ صـعـوـدـةـ وـأـدـعـيـ إـلـىـ نـقـصـانـ الـفـائـدـةـ الـمـرـجـوـةـ . وـ الشـاهـدـ عـلـىـ هـذـاـ أـنـ الـعـلـمـ لـمـ يـقـدـمـ شـيـئـاـ بـالـنـصـائـحـ الـجـزـئـيـةـ الـتـيـ قـلـمـهاـ يـكـونـ أـوـ اـسـتـيـورـتـ مـلـ .

ولـكـنـ هـلـ معـنـىـ هـذـاـ أـنـ تـكـوـنـ المـناـهـجـ مـنـ شـانـ الـعـالـمـ وـحـدـهـ ؟ كـلـاـ ؛ فـإـنـ الـعـالـمـ الـمـتـخـصـ لـلـفـلـقـ عـلـيـهـ فـيـ مـيـدـاـنـ مـخـنـودـ لـاـ يـسـطـعـ أـنـ يـتـبـيـنـ الـرـوـابـطـ الـجـامـعـةـ بـيـنـ الـلـيـادـيـنـ الـمـخـلـفـةـ لـلـعـلـمـ ، مـعـ أـنـ الـسـلـوـمـ تـشـابـكـ فـيـ مـنـاجـهاـ بـالـفـرـورـةـ ، نـظـرـاـ إـلـىـ وـحدـةـ الـقـلـ الـإـسـلـانـيـ ، إـلـىـ جـدـ كـبـيرـ عـلـىـ الـأـقـلـ . فـلـاـ بـدـ إـذـنـ مـنـ أـنـ يـأـتـيـ شـخـصـ غـيـرـ مـتـخـصـ فـيـ عـلـمـ وـاحـدـ بـالـذـاتـ ، وـيـحـاـولـ ، باـسـتـرـأـتـهـ لـمـنـاجـهـ الـتـيـ اـتـيـعـهـ الـعـلـمـ

الختلفون في ميادينهم المختلفة ، أن يستخلص المذاجر العامة للمناهج العلمية وأن يجمع نحو شئ من التعميم حتى يضع صورة إجمالية عامة للمناهج التي يتبعها العقل الإنساني في تحصيله للحقيقة في العلوم . وهذا الشخص لا يمكن إلا أن يكون النطق ، إذ هو وحده قادر على الجمع بين مختلف الميادين في نظرة واحدة شاملة تهيء ، له أن يد الملامح العامة والخصائص الكلية المشتركة بين المناهج المتعددة في فروع العلم المتعددة . وفي هذا المعنى يقول فنت : « إن مناهج البحث وثيقة الارتباط باطنياً في تطبيقاتها العلمية ، إلى درجة أنه لا توجد مشكلة مرتبطة لاتصالها جميعاً في حلها . وليس الأمر هنا مقصوراً على رابطة التالى في الترتيب بمعنى ... أن النهج التالى يفترض مقدماً منه جاسقاً ، بل تدخل (المناهج) اللاحقة في تلك السابقة كذلك » (النطق ، ج ٢ ، استنجزرت سنة ١٩٠٧ ، ص ٣٨) .

فعمل التنسيق بين المناهج عمل ضروري لا بالنسبة إلى النيلسو夫 الذى يبحث في تطور العقل الإنسانى وفي ملائكته في مختلف مظاهر النشاط الذى يعمل بها خحسب ، بل وأيضاً بالنسبة إلى العالم المتخصص نفسه . والدليل على هذا أن كلود برنار نفسه قد قدم لنا في كتابه هذا نظاماً من التعاليم والقواعد العامة التى لا تقتصر على علم الطب التجربى أو علم وظائف الأعضاء بل تصلح لكي يستفيد منها العالم الفزائى والعالم الكيمائى الخ ، حتى كان لهذا الكتاب أثر في تقدم المناهج العلمية والدراسة العلمية في أواخر القرن الماضى ، بل وأوائل هذا القرن ، مما دعا برجسون إلى نعت هذا الكتاب بأنه «مقال عن المنهج» القرن التاسع عشر . ومعنى هذا أن من الحكمة ، حتى من وجية نظر كلود برنار نفسه ، أن يستفيد العالم المتخصص من التعاليم العامة التى توجه إليه من العلماء الآخرين فيما يتصل بالمنهج العلمى .

والمشكلة الحقيقية التى يثيرها كلود برنار هي تلك التى أوردها فى أول هذه

الفقرة وهي : هل الفيلسوف أو العالم هو الذي يضم القواعد للمناهج العلمية ؟ وهي مسألة لا تتنافى مع فكرة التنسيق . ونرى نحن أن مهنة الفيلسوف لا تتنافى هنا مع مهنة العالم ، لأنها خطوة تلبية . فلواجوب أن يبدأ العالم المتخصص فيرشدنا إلى المنهج الذي اتبعه في أبحاثه وأن يقدم لنا تقريراً مفصلاً عن الخطوات التي مرّ بها وهو سبيل بحثه في ميدانه الخاص ؛ ثم يأتي عالم آخر أوسع أفقاً وأمّيل إلى النظرة العامة ، أى يكون ذاته نزعة فلسفية ، فيحاول أن ينسق بين هذه التقريرات التي قدمها العلماء المتخصصون كي يستخاذ منها الخصائص العامة للمناهج المختلفة ؛ ثم يأتي الفيلسوف المطلق في الدرجة الثالثة فيحاول إرجاع هذه المناهج إلى صفات ذاتية في العقل الإنساني ، محاولاً أن يصوغ النتائج التي وصل إليها السابق في صيغ وآخّة تنظم على هيئة مذهب في العقل الإنساني من حيث طبيعة اتجاهاته في البحث عن الحقيقة . فالقرارات التي كتبها باستير مثلاً عن أبحاثه في الجراثيم تصلح لأن تمثل الدرجة الأولى ؛ وكتاب ككتاب كلود برنار : «المدخل إلى دراسة الطبع التجاري» يمثل الدرجة الثانية التي فيها يقوم عالم بالنظر في مناهج العلوم المختلفة وبخاصة تلك الوثيقة الصلة بعلم الخاص . أما الدرجة الثالثة فهي مهنة المنطق الذي ينظم تلك النتائج ويوقن بها في صورة عامة رابطاً إياها بطبيعة العقل الإنساني نفسه : ويتلها يكون واستئورت مل ومانع الخ .

و واضح من هذا أنه ليس من وظيفة الفيلسوف المطلق الباحث في علم المناهج أن يعطي تعاليم ونصائح جزئية يفرض على العالم المتخصص اتباعها . بل كل ما يقدمه له إشارات عامة وتوجيهات كافية يدعوه إلى الاهداء بها أثناء بحثه ؛ وليس فيها أى إنتقال عليه أو خنق لروحه ، إذ لا يفرض عليه أن يتبعها كالمىء ؛ بل للعالم المتخصص مطلق الحرية في اتباعها أو عدم اتباعها أو تعديها بما يتلاءم و موضوع بحثه الخاص . وعلى الفيلسوف أو المنطق أن يفهم أن المناهج ليست

أشياء ثابتة ، بل هي تتغير وفقاً لمقتضيات العلم وأدواته ، ويجب أن تكون قابلة للتتعديل المستمر حتى تستطيع أن تقى بطالب العلم المتتجدة ، وإلا كانت عبناً ومصدراً للضرر . فكما يرى أريبيان Urban لا يوجد منهج لا يفقد في النهاية خصوبته الأولى ؟ بل لا بد أن توجد لحظة فيها يشعر المرء بأنه ليس من الفائدة أن يبحث الإنسان عن الجديد على آثار القديم ، وبأن الروح العلمية لا يمكن أن تقدم إلا بأخذ مناهج جديدة . وكل بحث في المنهج العلمي هو بالضرورة بحث موقت ، لا يمكن أن يصف تركيباً نهائياً للعقل العلمي . الواقع أن المنهج العلمية لا بد أن تعدل ، بل وترفض من جيل إلى جيل ، إذا مثبت عدم صلاحيتها . فإن التطبيق العلمي في اختلاف باستمرار ، والمنهج بالتالي لا بد أن يعدل على الدوام . والنتيجة لهذا إذن أن المنهج العلمية في تغير ، وهذا التغير يتquin بتقدم العلم وحاجاته . وهذه أمور لا يقدرها إلا العالم المتخصص أولاً وبالذات ؛ فرد الأمر في النهاية إذن إلى العلماء المتخصصين . وما على الفيلسوف الباحث في المنهج إلا أن يتبع مناهج العلماء المتخصصين وأن يستقرها لديهم ثم يحاول أن ينسقها في نماذج عامة ، ويربطها من بعد بطبيعة العقل الإنساني ؟ وليس له إذن أن يقدم نصائح جزئية لهؤلاء ، بل توجيهات عامة لهم أن يأخذوا بها أو أن يستفهموها ، كما لهم أن يرفضوها .

وليس في هذا خطأ من قدر مهمة الفيلسوف الباحث في المنهج ، لأن مهمته الرئيسية أن يكشف عن الطرائق العامة التي يسلكها العقل الإنساني في بحثه عن الحقيقة بتأمله في المنهج التي سار عليها العقل في تحصيله للعلم في مختلف فروع نشاطه .

## ٥— أنواع التأهُّج :

ومع هذا فيجب ألا ننالى في توكييد هذا الاختلاف في مناهج العلوم تبعاً لاختلافها ، فإن وراء هذه المناهج كلها وحدة العقل الإنساني . والحقيقة أن الفصل بين مختلف المناهج بالنسبة إلى أي علم من العلوم يكاد يكون مستحيلاً ، حتى إن كلود برنار نفسه وهو الذي أكد التبيز في مناهج العلوم المختلفة ، قد حاول هو نفسه أن يرد المناهج إلى منهج واحد ، بمعنى أنه ليس من الممكن أن نفصل المناهج بعضها عن بعض في تكوين العلم الواحد ، وقال بصرامة : « إنى لا أعتقد أن الاستقراء والاستدلال يكونان نوعين من البرهان متباينين من حيث الجوهر . فإن في عقل الإنسان ، بطبيعته ، شعوراً أو فكرة عن مبدأ يحكم الأحوال الجزئية . ويسير دائماً ، وعلى نحو غيريزي ، من مبدأ أحزره أو اخترعه بواسطة الفرض ؛ ولكنه لا يستطيع مطلقاً أن يسير في البراهين إلا بواسطة الأقىسة ، أي بالسير من الكلى أو العام إلى الجزئى أو الخلاص » (المدخل للدراسة الطبع التجربى ) ق اف ٢ ٦ ص ٧٦ ) . إذ يرى أن الأمر هنا يتوقف على الموضوع الذى يشتغل فيه الباحث : فإذا كان يسير من مبادىء ثابتة معروفة إلى التأهُّج الذى تتضمنها كان يسلك سلوك الاستدلال ؛ أما إذا كان يزايد علاقات مقدمة وأحوال متشابكة ، فإنه لا يستطيع أن يسير يقين ، بل لا بد له من افتراض التفروض وتحقيقها من بعد بواسطة التجربة حتى يضمن صحة الخطوات التى يسير بها ، وهو في هذه الحالة إنما يستخدم منهج الاستقراء . ويشبه الحالة الأولى بحالة من يسير في أرض راسخة مستوية وفي طريق مهد مستقيم يراه أمامه في سنته بكل وضوح ، إلى غاية معلومة إلى حد ما ؛ كما يشبه الحالة الثانية بحالة من يعشى في طريق ملتو مظلم وأرض وعرة مجهمة يخشى ما بها من مهد وغيره ، فيضطر في كل خطوة يخطوها إلى الأكيد من أنه يضع قدمه على أرض ثابتة ، وهكذا

لا بد له من التحقق في كل مرة بواسطة التجربة من أنه يسير في طريق سليم . فلا فارق مثلاً بين عالم التاريخ الطبيعي وبين الرياضي في نقطة البدء، عند البحث عن المبادئ : فكلامها يستقرى ويفرض ويحرب من أجل أن يتبيّن صحة أفكاره . وإنما يبدأ الاختلاف بينهما بعد وصول كلٍّ إلى المبادئ : حينئذ تشير المبادئ، عند الرياضي مطلقاً ، لأنها لا تتطبق على الواقع الموضوعي كاً هو ، ولكن على الروابط التي بين الأشياء منظوراً إليها في أحوال بالغة البساطة يخلقها الرياضي في ذهنه . وتبعداً لهذا لا يرى نفسه في حاجة إلى الالتجاء إلى التجربة ، ولا إلى أي شيء آخر خارجي غير المبادئ التي بدأ بحثه منها ، بل يكفي أن يسير الاستدلال على قواعد النطق لكي تكون النتائج صحيحة . أما عالم التاريخ الطبيعي فلا يستطيع أن يسير على هذا النحو ، لأن المبدأ الذي يصل إليه يظل دائماً مبدئاً موقوتاً ، نسبياً ، تحت رحمة التجارب الجديدة التي قد تؤدي إلى إلغائه واستبدال آخر به ، لأنه مبدأ قائم على روابط معقدة ، وبالتالي لا يوجد فيها يقين واضح . وإذا كان كذلك ، فإن الاستدلالات التي يقوم بها ابتداء منه ستكون هي الأخرى تحت رحمة التجارب الجديدة ، وبالتالي مشكورة فيها وليس بيقنية النتائج . وإنما يأتي لها اليقين من التجربة التي لا بد لنا أن نقوم بها في كل خطوة حتى نتبين بوضوح صحة الخطوات التي نسير بها . « وهذا الاختلاف بين الرياضيين وعلماء التاريخ الطبيعي اختلف رئيسي ، من ناحية يقين مبادئهم والنتائج المستحاشة منها : ولكن تركيب البرهان الاستدلالي واحد تماماً بالنسبة إلى كلا الفريقين . فكلامها يبدأ من قضية ؛ غير أن الرياضي يقول : ما دمنا نسلم بنقطة البدء هذه ، فإن هذه الحالة الجزئية تنتج عنها بالضرورة : بينما عالم التاريخ الطبيعي يقول : إذا كانت نقطة البدء هذه صحيحة ، فإن هذه الحالة الجزئية يمكن أن تنتج عنها كنتيجة لها . فالرياضي والعالم الطبيعي حين يبدأ من مبدأ يستخدمان إذن كلاماً الاستدلال . إذ يبرهن كل منهما متخدلاً سبيل التفاسير ؛ يبدأ أنه ، بالنسبة إلى العالم الطبيعي ،

هذا قياس تظل نتيجته مشكوكاً فيها وتتطلب التحقيق ، لأن مبدأها غير مشعور به (غير يقيني) . وهذا هو البرهان التجريبي أو الشك ، وهو وحده الذي نستطيع استخدامه حين نفكك في الظواهر الطبيعية » (الموضع نفسه ، ص ٧٥ — ٧٦) .

ووالواقع أننا لا نستطيع أن نفصل بين المنهج الرياضي والمنهج التجريبي بالنسبة إلى الرياضيات أو إلى العلوم الطبيعية . فكل علم من هذه العلوم يلتجأ إلى كلاً من النهجين . فالرياضية تعتمد على المنهج التجريبي إلى جانب اعتقادها على المنهج الرياضي ؛ وأى علم من العلوم الطبيعية لا بد أن يلتجأ إلى المنهج الرياضي . فهذه مسألة يؤكد لنا حتميتها تاريخ الرياضة من ناحية ، وطريقة تكوينها عند كل عالم من ناحية أخرى .

فكلما سررى من بعد عند كلامنا عن نشأة الرياضيات ، نجد أن المعلوم الرياضية كانت في نشأتها تجريبية . فالهندسة نشأت لدى البابليين تجريبية ، بمعنى أنها قامت على تجارب جزئية ولاحظات لأحوال خاصة عمّ مذلوها ؛ فقد شاهد البابليون باللحظة أن ضلع المتسquare المتسquare يساوى الشعاع ؛ والساحرون في طيبة قد لاحظوا أن المثلث الذي تكون نسب أضلاعه ٣ : ٤ : ٥ هو مثلث قائم الزاوية . ومن هذه الملاحظات أقام الرياضيون اليونانيون الهندسة النظرية . بل ليس الأمر في هذا مقصوراً على الرياضيات في العصر القديم ، بل وأيضاً في العصر الحديث نجد أن جاليليو لم يستطع تقدير مساحة شبه الدائري cycloide إلا بواسطة التجربة بأن وزن قطعتين من مادة وستك واحد فوجد أن مساحته ثلاثة أمثال مساحة الدائرة المولدة ؛ وأولير قد اكتشف بطريقة تجريبية أن كل عدد زوجي هو حاصل جمع عددين أوليين . وكثير من القضايا الجديدة في الرياضيات قد وضعت بناء على الملاحظة خصوصاً في نظرية الأعداد .

بل ليس الأمر مقصوراً على الملاحظة والتجربة ، بل وفي فرض الفروض كذلك ؛ فإن الرياضي يقوم بتخيل مسائل جديدة ، لا يعرف الغاية منها في بادى الأمر ، فيظل ينتظر النتائج كالفزيائي سواء .

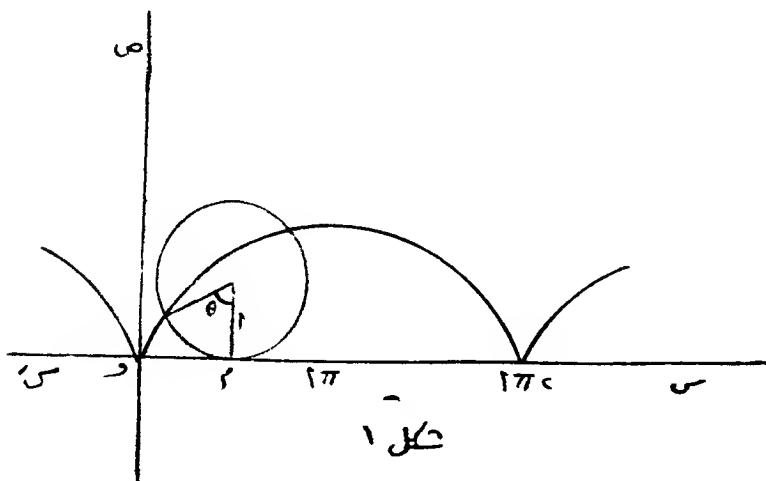
ومن هذا نرى أن الرياضي ياجأ أيضاً إلى المنهج التجاربي . والأمر أظهر في احتياج العالم الفزيائي إلى المنهج الرياضي ؟ إذ هو ينحو نحو اكتشاف قوانين عامة يصوغها في صيغ رياضية يستخدمها من بعد في استخراج النتائج الخاصة بالأحوال الجزئية .

والعالم الطبيعي ياجأ إلى جانب هذا إلى المنهج الاستردادي . ففي علم كالجليولوجيا خصوصاً ، يحاول أن يكشف التطورات التي مرت بها القشرة الأرضية منذ أقدم العصور ، وذلك اعتماداً على الآثار المختلفة التي خلفتها العصور الجليولوجية المتباينة في تلك القشرة . وهو في هذا إنما يسر على نفس المنهج الذي يسلكه المؤرخ في المنهج الاستردادي : لأن المؤرخ يقوم هو الآخر بتتبع الآثار المختلفة عن عصر كي يترد حال هذا العصر كما كانت . ومنهج الإحصاء المستخدم خصوصاً في علم الإحصاء يستخدم كذلك في علم الكيمياء في حصرنا للعناصر ومحاولتنا تصنيفها . وهذا يدل على أن المنهج الاستردادي يسير أحياناً جنباً إلى جنب مع المنهج التجاربي .

والنتيجة لهذا إذن أن الفصل بين المنهج العلمية غير ممكن في البحث العلمي ؛ ولكننا نقوم بهذا التقسيم للمناهج من أجل دراستها خسب . وعانياً إذن أن نراعي تلك الوحدة ، وأن لا نعد هذا التقسيم تقسيماً مطلقاً . فهى كلها في الواقع خطوات مختلفة في منهج واحد عام ، قد نسير بها كلها بالنسبة إلى مسألة واحدة في علم واحد . ولنأخذ مثلاً لهذا تقدير مساحة شبه الدائري ؟ فإننا في تقديرنا لمساحته لجأنا أولاً كما فعل جاليليو إلى التجربة ، ثمأتي روبر فال في سنة ١٦٣٤

فوجد مساحته بطريقة رياضية ، وأخيراً جاء بسكال خل السائل المتصلة بهذا المぬنى في رسالته عن شبه الدائري التي كتبها سنة ١٦٥٨ . ولهذا التقدير لمساحته تاريخ طويل قبل جاليليو ، ومن جاليليو في سنة ١٦٣٠ حتى روبرفال سنة ١٦٣٤ ثم فرما Fermat بعد ذلك بقليل ثم بسكال في سنة ١٦٥٨ ، ومن بعده أتى واليس Wallis في السنة التالية خل كل المسائل المتعلقة به فيما عدا تلك الخاصة بتركز الكثافة . وهذا التاريخ مفيد لنا في بحثنا في نظرية شبه الدائري . وهو تاريخ نصل إليه عن طريق منهج الاسترداد . ومن هذا نرى أنه من الممكن أن تتدخل المنهج الثلاثة الرئيسية في حل مسألة واحدة في علم معين ؟ مما يدل على أن المنهج غير ممكن عملياً<sup>(١)</sup> .

(١) وهناك رسمًا لشبه الدائري و معادلاته :



(الشكل رقم ١)

معادلات شبه الدائري البرهنية هي :

$$س = 1 - \cos(\theta) \quad (١) \quad ص = a(1 - \cos(\theta))$$

حيث  $\theta$  هي الزاوية التي يوصلها نصف قطر الدائرة

و  $a$  هي نصف قطر الدائرة

ونحن نقول المناهج الثلاثة الرئيسية ، والواقع أن عدد المناهج لا يكاد ينحصر . ففي داخل كل علم عدة مناهج ، بل إنه من المستحسن أحياناً أن نستعمل مناهج خاصة لسائل جزئية في داخل العلم الواحد . غير أنه من المستحسن أيضاً أن نرد هذه المناهج المديدة إلى مناهج نموذجية قليلة تفرع عليها المناهج الجزئية الأخرى ، مناهج نموذجية نستطيع في نهاية الأمر حصرها في ثلاثة أو أربعة :

١ - المنهج الاستدلالي أو الرياضي وهو الذي نسير فيه من مبدأ إلى قضايا تنتج عنه بالضرورة دون التجاء إلى التجربة ، وهو منهج العلوم الرياضية خصوصاً :

٢ - المنهج التجاري ويشمل الملاحظة والتجربة معاً وهو الذي نبدأ فيه من جزئيات أو مبادئ غير بقينية تماماً ونسير منها معيناً حتى نصل إلى قضايا

$$\text{الجيب} = \frac{\text{النافذ}}{\text{الوتر}} \quad \text{الجيب المعاكس} = \frac{\text{النافذ}}{\text{الوتر}} \quad \text{الجيب المترافق} = \frac{\text{النافذ}}{\text{الوتر}} \quad \text{الجيب المترافق المعاكس} = \frac{\text{النافذ}}{\text{الوتر}} \quad \text{الجيب المترافق المترافق} = \frac{\text{النافذ}}{\text{الوتر}}$$

$$\text{جيب تمام} = \cosine \quad \text{جيب تمام المعاكس} = \text{كوس الجيب}$$

$$\text{الماس} = \frac{\text{النافذ}}{\text{الجاور}} \quad \text{الماس المعاكس} = \text{كوس جيب تمام}$$

$$\text{قاطع تمام} = \text{cotangent} \quad \text{قاطع تمام المعاكس} = \text{كوس جيب تمام}$$

$$\text{ظل تمام} = \text{secant} \quad \text{ظل تمام المعاكس} = \text{كوس جيب تمام}$$

أما مساحة أي قوس من شبه الدائري فتساوي :  $\frac{1}{2} \pi r^2$

وطول أي قوس من شبه الدائري يساوى :  $180^\circ$

حيث  $1^\circ$  هي نصف قطر الدائرة المدارية

المعادلات البرمترية : المعني المستوى يمثل عادة بمعادلة واحدة ذات متغيرين يمثلان إحداثيات متعمدة أو إحداثيات قطبية . وفي بعض الأحيان يستحسن تمثيل المعني بمعادلتين تعران عن الإحداثيات منفصلة ، يمْعِنْة متغير ثالث يسمى البرمتر ؟ وحيثند تسمى هذه المعادلات بـ « المعادلات البرمترية » . ويمكن أيضاً لبعض معادلات برمترية للسطح والمنحنيات الفراغية .

عامة ، لا جنين في كل خطوة إلى التجربة كي تضمن لنا صحة الاستنتاج ؟ وهو منهج العلوم الطبيعية على وجه التخصيص ؟

٣ — المنهج الاستردادي أو المنهج التاريخي وهو الذي قوم فيه باسترداد الماضي تبعاً لما تركه من آثار ، أيّاً كان نوع هذه الآثار ؛ وهو المنهج المستخدم في العلوم التاريخية والأخلاقية .

٤ — ونستطيع أن نضيف إليها منهجاً رابعاً هو المنهج الجدلـي الذي يحدد منهج التنازف والتحاور في الجماعات العلية أو في الناقشات العلية على اختلافها . ولا يمكن هذا المنهج أن يأتي بثار حقيقة إلا إذا أسعدهـه المنهج الثلاثة السابقة .



# الباب الأول

## المنهج الاستدلالي

### الفصل الأول

#### تطور العلوم الرياضية<sup>(١)</sup>

ـ كل معرفة تبدأ من الحس . وتنتظر من المحسوسات إلى المجردات . وإن معرفة الرياضية ، ولو أنها تبدو كأنها مجردة بطبعها ، فإنها هي الأخرى قد تطورت على هذا النحو كذلك .

وأول ما يدرك من المحسوس هو الامتداد : ولذا كانت الهندسة أول العلوم الرياضية في النشأة . والآثار الأولى التي لدينا عن فكرة الامتداد لدى الأقدمين تكاد ترجع إلى حوالي سنة ١٠٠٠٠ قبل الميلاد ، وذلك في تلك الرسوم التي نراها في كهوف عصر الرغنة ، والتي تعطينا فكرة عن الحاكمة . غير أن هذه الرسوم لا تكشف لنا عن فكرة واضحة في المكان ،

---

(١) مراجع في فلسفه الرياضيات :

L. Brunschvicg : *Les étapes de la philosophie mathématique*, 2e éd., 1922, Paris.

Phil. Chaslin : *Essai sur le mécanisme psychologique des opérations de la mathématique pure*, Paris 1926, pp. 271.

Dubislav : *Die Philosophie der Mathematik in der Gegenwart*, Berlin 1932, pp. 88.

L. Fischer : *Die Grundlagen der Philosophie und der Mathematik*, Leipzig, 1933, pp. 180.

J. Pacotte : *La Pensée mathématique contemporaine*, Paris, 1925, pp. 126.

P. Bourroux : *L'Idéal scientifique des Mathématiciens*, Paris, 1920, pp. 274.

Hilbert & Bernays : *Grundlagen der Mathematik*, Berlin 1934, pp. 471.

إذ تنقصها جيماً فكرة المنظور ؛ ولكنها تمثل مع ذلك درجة من التجريد ، لأنها تبعد عن المجموع الأصلي للأشياء الطبيعية ، وتقصر على النسب بين أجزائها .

ثم نرى بعد ذلك عند المصريين خطوة واسعة جداً في سبيل التجريد : فقد تطورت فكرة المحاكاة إلى درجة من الدقة الكبيرة ، وروعيت النسب بين الأجزاء بطريقة بالغة في الضبط والدقة ، خصوصاً وأنهم عنوا بالمساحة لمعرفة الحدود بين الأرضى بعد الفيضان ، مما أدى بهم إلى الاشتغال بمسائل الهندسة ، ولو بطريقة عملية . كذلك عنى البابليون بدراسة ما يتصل بالجوم من أجل قياس الزمان والاسترداد في الملاحة بالكواكب ، مما أدى بهم أيضاً إلى عدد غير قليل من الحقائق الهندسية<sup>(١)</sup> .

والمهندسة في هذا الدور كلها كانت حسية مرتبطة بالمواضيعات الخارجية ، والحقائق التي وصلت إليها ضئيلة عملية غير دقيقة . فالبابليون والعرب<sup>(٢)</sup> قد عرفوا أن النسبة بين المحيط والقطر تساوى ٣ ؛ والمصريون قالوا إن مساحة المثلث هي حاصل ضرب نصف الضلع الأكبر في الضلع الأصغر . كل هذا دون أن يقدموا عن هذه القضايا الهندسية أية برهنة عقلية ، بل اعتمدوا على التجربة العملية وحدها في الوصول إليها . والصينيون والمصريون<sup>(٣)</sup> قد عرفوا كذلك

---

(١) للتذكرة :

النسبة بين المحيط والقطر هي  $\frac{22}{7}$  أي ط ٣٢ .

مساحة الدائرة : ط نق<sup>٢</sup>

طول المحيط : ٢ ط نق

مساحة المثلث : القاعدة  $\times$  نصف الارتفاع

(٢) الموك الأول ، أصحاح ٧ ، آية ٢٣ ؛ الأخبار الثاني ، أصحاح ٤ ، آية ٢

(٣) فيما يتعلق بالهندسة عند المصريين راجع :

خاصة الوتر في الثالث القائم الزاوية، ولكنها معرفة تجريبية كذلك حصلواها بواسطة الملاحظة.

أما فكرة العدد فقد تأخرت قليلاً في تكوينها عن فكرة المكان. ومع هذا فإننا نراها في أزمنة مبكرة جداً. بل أكثر من هذا نراها عند بعض الحيوانات العليا؛ فالتجارب التي قام بها رومانس Romanes دلت على أن الشمبانزي يستطيع العد حتى ٥ وأن يميز بين الكلمات التي تدل على ١، ٢، ٣، ٤، ٥، وأن يقدم عدد ألعواد الحشيش الذي يطلب إليه تقديمها. والرجل البدائي يلتجأ إلى طريقة مشابهة في العد لطريقة الشمبانزي، وهي أن يستخدم أشياء مادية لا يستطيع بغيرها القياس بهذه العملية، خصوصاً أصابع اليد، ولعل هذا هو الأصل في النظام العشري المستعمل في العد الآن، فإن أصابع اليد عشرة. ولذا نراه يربط العد باليد الواحدة إذا كان خمسة، وباليدين إذا كان عشرة، وبالرجل الكامل إذا كان ٢٠ لأنه يستخدم أيضاً القدمين.

أما فكرة العدد المجرد، فلا زالت تعوزه بعد. ذلك أن العدد المجرد تقتضي فكرته أن تكون لدى المرء فكرة أولاً عن «الوحدة»، وثانياً عن «المجموعة».

أما فكرة «الوحدة» فقد فسر أصحابها علماء النفس على أنماط عددة. فبعضهم قال إنها ترجع إلى كيفية معينة للإدراك الخارجي أو الباطن يتخذها المرء دون غيرها؛ قال عنها فريق إنها اللمس، فيحيط يوجد ملاء وخلاء، يوجد انفصال،

---

A. Eisenlohr : *Ein mathematisches Handbuch der alten Aegypter*,  
2.A. Leipzig, 1891;

G. Cantor : *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*,  
chap. ii;

J. Gow : *A. short history of Greek Mathematics*, Cambridge, 1884,  
arts. 75, 76;

E. Weyr : *Die Geometrie der alten Aegypter*, Wien, 1884.

والانفصال يدل على الكثرة ، والكثرة تعطى فكرة الانتقال من وحدة إلى أخرى ، أي فكرة العدد . وفريق آخر قال إن كيفية الإدراك هنا هي الإبصار ، فإن إدراك الصور الحسية التي تحدث في وقت واحد ، يمكن من إدراك فراغ بينها ، وبالتالي يعطى فكرة الكثرة ، وتبعاً لهذه ، فكرة العدد . وفريق ثالث جعل هذا راجعاً إلى السمع : وذلك أننا نميز بين أصوات متتالية تفصل بينها وبين بعض فترات سكون ، وهذا يعطى فكرة الكثرة والوحدة .

وهناك طائفة أخرى من علماء النفس تعزو فكرة الوحدة إلى التجربة الباطنة ، فالشعور بوحدة الذات هو الأصل في الشعور بفكرة الوحدة الرياضية . وهذا يوضح أن هذا رأى غير وجيء ، لأن الشعور بأن الذات وحدة لا يأتي إلا بعد تقدم فكري طويل .

ولكن جاء وليم جيمس ففسر الأصل في هذه الفكرة بطريقة أقرب إلى الصواب فقال : «يبدو أن العدد يدل في أصله على الأفعال المختلفة لانتباها حين نحاول التمييز بين الأشياء . فهذه الأفعال تبقى في الذاكرة على هيئة مجموعات ، كبيرة أو صغيرة ، يمكن أن يقارن بين بعضها وبعض» (علم النفس ، ترجمة فرنسية ، ج ٢ ، ص ٢٦٣) . فكأن فكرة الوحدة تنشأ إذن من التجريد الذي نجريه ونخن نعزل أفعال الانتباه بعضها عن بعض . ولكنها لا تأتي واحدة ، بل لا بد من تطور طويل حتى نصل إلى إدراك فكرة الوحدة المجردة كاينتها الرياضيون ، حتى إن هذه الفكرة لا تزال حتى اليوم ، وبعد كل هذا التطور فهم أصول الرياضة ، غامضة بعض الشيء ، أو موضوعاً لمناقشات .

ونحن قد رأينا في هذا أن فكرة الوحدة قد تكونت في نفس الآن الذي وجدت فيه فكرة الكثرة ، والواقع أن الفكرتين متضادتين . وما إذا ما جمعتا أعطيتا فكرة العدد ، لأن العدد مجموعة من الوحدات ، والعدد هو تجميع عدة

وحدات بطريقة دقيقة . والعد يكون أصلياً إذا كان الطلب معرفة عدد الوحدات التي تتضمنها مجموعة ما ، ويكون ترتيبياً ordinal إذا كان الطلب ، إلى جانب هذا ، ترتيب كل الحدود المكونة للمجموعة ، بوضع كل حد في مرتبة معلومة . ويبدو أن فكرة العدد الأصلي Cardinal قد سبقت فكرة العدد الترتيبى ، لأن هذه أكثر تعقيداً .

وفكرة الكثرة تأتى هي الأخرى عن التجربة الحسية ، وترتبط بها في مراتبها البدائية ، إذ ينت التجارب التي قام بها <sup>رينيه</sup> Binet أنا لو وضعاً أمام طفلة عمرها أربع سنوات لا تعرف العد ولا القراءة مجموعتين إحداهما من ١٥ عوداً ، والأخرى من ١٨ عوداً من طول واحد ، موضوعة على مسافة واحدة ، فإن الطفلة تميز بسرعة المجموعة الكبرى من الصغرى . أما إذا كانت الأعواد التي تكون الكبرى أقصر من تلك التي تكون الصغرى ، فإن الطفلة تخطيء دائماً ، فتظن أن المجموعة ذات الأعواد الأطول حجماً أكبر من تلك التي تكون فيها الأعواد أقصر . وهذا يدل على أن الطفلة تقدر العدد تبعاً للامتداد ، لا تبعاً للعدد ، أي تبعاً للمقدار المتصل ، لا وفقاً للمقدار المنفصل . وهذه النتيجة تتأيد أيضاً بما نشاهده لدى البدائيين من أنهم يربطون الأعداد دائماً بأشياء ممتدة مثل الأصابع أو القطع الخشبية .

وأصول الحساب قد تطورت على هذا الأساس ، فكانت في البدء حسية تخيلية تقوم على أساس إضافة أشياء مادية ببعضها إلى بعض . ولم تظهر عملية الضرب إلا متأخراً ، وكان الجمع يقوم مقامها .

فنحن إذا تبعينا هذا التطور ، وجدنا أن العمليات الأولى التي يمكن إجراؤها على الأعداد قد قام بها المصريون والكلدانيون والفينيقيون . ولكن طريقة العد

لديهم كانت لا تزال فاصرة ، إذ كانت لا تكاد تتجاوز المقادير التي نلاقيها في التجارب العنوية ؛ والعمليات التي يمرون بها على الأعداد تتصل هي الأخرى بما يشاعد في التجربة والمواضيعات الحسية . فإننا نجد حتى الرومانين أنفسهم يستعينون في العد بالحصى . وعند المصريين لم يكن يعرف من الكسور إلا ما يكون البسط فيه العدد واحد ، فيما عدا  $\frac{2}{3}$  ،  $\frac{1}{2}$  ؛ لأن تقسيم شيء إلى أجزاء سهل يسير ؛ ولكن عملية الجمع والطرح والضرب والقسمة بواسطة كسور الوحدة تحتاج إلى ملحة للتجريد كبيرة . ولذا نرى في ورقة البردي المثير اطريقية المعروفة باسم ورقة أحمس — نسبة إلى كاتبها ، وهي ترجع إلى أكثر من ألف سنة قبل الميلاد — أن الجزء الأول من هذه الورقة قد كرس لرد الكسور التي على الصورة  $\frac{2}{3} + \frac{1}{4}$  إلى مجموع من الكسور البسط في كل منها هو العدد واحد ؛ فاحمس يقول مثلا إن  $\frac{2}{9}$  هو حاصل جمع  $\frac{1}{4}$  ،  $\frac{1}{8}$  ،  $\frac{1}{174}$  ،  $\frac{1}{222}$  ؛ وفي كل الأمثلة يكون ع أقل من ٥٠<sup>(١)</sup> . ويظهر أنه قد اعتمد في تكوين الكسور على التجريب وحده ، لأنه لا يذكر أبدا القاعدة التي سار عليها في استخراج الإجابة عن المسائل التي وضعتها . ومن هذا يشاهد كذلك أنهم كانوا يحاولون رد الكسور دائماً إلى كسور بسطها ١ ، ثم يجمعونها بعد ذلك ؟ وهي طريقة استمر يستخدمها اليونانيون أيضاً حتى القرن السادس الميلادي . أما الرومانيون فقد استعملوا طريقة كالمى تستعملها اليوم في جمع الكسور ، وهي طريقة توحيد المقامات : إذ كانوا غالباً يوحدونها ويجعلونها متساوية للعدد ١٢ ، ويعبرون عن الكسر بالتقريب على أساس  $\frac{1}{12}$  .

(١)  $\frac{2}{3} = 0.689600$

$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{222} + \frac{1}{174} = 0.689666$

والعمليات الحسابية كانت أيضاً عند المصريين مقصورة تقريباً على الجمع والطرح . فالضرب قد رد إلى الجمع ؛ والقسمة ردت إلى الطرح . فحين يراد مثلاً ضرب عدد وليكن ا في العدد ١٣ فإنه يبدأ بضربه في ٢ وذلك بإضافة مثيله إليه ، فيصل إلى ١٢ ، ثم يضاف الناتج فيصبح ١٤ ، ويضاف مرة أخرى فينتج لديه ١٨ ، وأخيراً يجمع ١ ، ١٤ ، ١٨ . أما القسمة فليس من الثابت يقيناً أنها تجري بتكرار عملية الطرح ، لأن أحسن لا يذكر لنا ذلك صراحة .

كما كان لدى قدماء المصريين ، بشهادة ورقة أحسن هذه ، فكرة عن الرموز . فالكلمة المجهولة تتمثل دائمًا بالرمز الدال على الكومة ؛ والجمع يمثل أحياناً بزوج من الأرجل يسير متقدماً ، والطرح بزوج من الأرجل يسير متقدراً أو بطيران أسمهم ؛ والتساوي يرمز إليه بالعلامة  $\geq$ <sup>(١)</sup> .

وعلى الرغم من أن النتائج التي وصلت إليها الرياضيات المصرية عظيمة في بعض الأحيان ، فإن خلو الوثائق التي لدينا من كل إشارة إلى القواعد النظرية التي تستخرج بها هذه النتائج تثير الحكم الذي أصدره عليها اليونانيون حين نعموها بأنها طائفة من الوصفات التفهيمية والوسائل العملية ، غير القائمة على قواعد نظرية مما لم يجعل المصريين يصلون إلى وضع «علم» الحساب بمعنى الكلمة ، «لأن علم الحساب يفترض — وهذا ما ييدو أن المصريين لم يدركوه في الواقع — البراهين المنتظمة» <sup>(٢)</sup> .

(١) راجع روز بول : «عرض موجز ل تاريخ الرياضيات » ، ص ٣ — ٥ ، لندن سنة ١٩٤٠ .

(٢) سنة ١٨٨٨ .

W. W. Rouse Ball : *A short account of the History of Mathematics*.

(٢) ليون برنشج : مراحل التلخة الرياضية . ط ٢ باريس سنة ١٩٢٢ ، ص ٣١ .

٧ — والنتيجة التي تستخلصها من هذا العرض لتطور الرياضيات في مرحلتها الأولى هي أن الرياضيات كانت في ذلك الدور طائفة من الملاحظات والوصفات التجريبية المرتبطة تمام الارتباط بالامثال الحسني والعيان التجربى ، وأنها لم تبلغ بعد درجة التحرير الكافية لكي تكون علمًا نظريًا . ولذا تسمى هذه المرحلة بالدور السابق على الأدوار العلمية .

ويمكن أن نعمل ذلك أولاً من ناحية التقدم العقلى ، وثانياً من ناحية الغاية المطلوبة منها في ذلك الحين . فمن الناحية الأولى يلاحظ أن إدراك العدد كموضوع مجرد عن الأشياء المعدودة يحتاج إلى ملائكة التجريد كبيرة لم تتهيأ بعد لهذه الشعوب في تلك الفترة ؛ إذ المعرفة كما قلنا تبدأ من المحسوس ونتطور منه إلى المجرد ، والعقل لم يكن قد تطور بعد بدرجة كافية تتهيأ له معها أن يصل إلى هذا التجريد . والأمر كذلك بالنسبة إلى الهندسة النظرية ، فإنها تقوم على إدراك النسب المجردة عن كل تصوير حسني معين ، وهذا يحتاج كذلك إلى ملائكة التجريد نامية .

ومن ناحية أخرى يلاحظ أن الرياضيات كانت تطلب حينئذ لتحقيق فائدة عملية محدودة ، هي التجارة والصناعة الفنية : والمهم حينئذ سيكون الوصول إلى نتائج عملية . لا البحث عن الأسس النظرية . فالحساب كان يطلب لاستعماله في تداول السلع : والهندسة كان الغرض منها إيجاد وسيلة لمساحة الأرضي : والذلك كان ينشد لبيان الاتجاهات وقياس الزمان . وإذا كانت تلك هي الغاية من الرياضيات فمن الطبيعي ألا تقوم كعلم نظري ، لأن هذا لا يتم إيجاده إلا إذا تنزع عن الغاية العملية ، ولو موقتاً ، كي ينصرف إلى البحث في الأسس النظرية .

فالرياضيات إذن قد تطورت ، كما يقول أبل ريه Abel Rey « من العين إلى المجرد ، ومن العيان التجربى إلى التركيب العقلى ، ومن الواقع الجزئية إلى

الإدراك المجرد لها ينبع من نسب ، ومن البحث النفعي إلى البحث الدقيق النزيه . وها هنا مسألة إذا كانت الرياضيات ، إبان هذا التطور ، قد تغيرت إلى درجة أنها قطعت كل صلة بينها وبين أصولها التجريبية ، أو إذا كانت لازال تحفظ بشيء يربطها بخطواتها الأولى . وهي مسألة تكون مشكلة المثالية والتجريبية في الرياضيات ، فالنزعه الأولى تقول باخل الأول ، والثانية بالثاني » (« دروس في الفلسفة » ، ج ٢ ، ص ٤٠ — ٤١ ، باريس سنة ١٩٢٥ ) .

#### ٨ — الدور العلمي عند البوتانه :

إنما أصبحت الرياضيات علمًا بالمعنى الحقيقي عند البوتانيين . إذ تميز عندهم بأنها أولاً : نظرية ، تعنى أن القاعدة والبرهان في استخراج النتائج يذكران ويوضحان بطريقة عقلية منطقية ابتداءً من مبادئه ، يستخرج منها كل ما تسمح باستنتاجه منها : ثانياً : مجردة ، فبعد أن كانت مرتبطة بالأشياء المحسوسة من سطوح أو خطوط أو معدودات نراها تبحث في الروابط المجردة الموجودة بين الموضوعات المحسوسة ، بصرف النظر عن الموضوعات نفسها ، وهذا أضفي عليها طابعًا كليًا عامًا . ولكن هذا ليس معناه أن الرياضيات عندهم ، وبخاصة الهندسة ، قد قطعت صلتها بالتجربة الحسية ، بل كل ما في الأمر أنها سارت شوطاً بعيداً في سبيل التجريد . والميزة الثالثة التي هي نتيجة للميزتين الأولتين أن الرياضة قد أصبحت علمًا عقليًا ، إذ قامت على أساس الارتباط العقلي الضروري بين قضايا بعضها وبعض تستخرج بواسطة الاستدلال النطقي الخالص الذي لا يكاد أن يستعين بالتجربة إلا من أجل التوضيح وتبسيط الفهم خب .

والصورة العليا للرياضيات البوتانية تراها في كتاب «أصول الهندسة» لـ«قليدس»؛ فهو كتاب يتضمن عرضاً منظماً لقضايا الرئيسية في المثلثة العددية الأولية (فيما

عدا القطاعات الخروطية ) ولنظرية الأعداد . والقضايا قد وضعت فيه على نحو يعملاها تكون سلسلة من البراهين الرياضية المتبدلة من افتراضات بسيطة هي التعريفات والمصادرات والبدويات لكي تنتقل منها إلى نسب أكبر وأكثر تركيباً على أساس استدلال دقيق . ولذا يمكن أن يعد هذا الكتاب نموذجاً تطبيقياً رائماً للمنهج الاستدلالي الذي عرضه أرسطو في « التحليلات » . وفيه تركزت كل الجهدات التي قام بها الرياضيون اليونانيون السالفون ، بعد أن وضعت في صيغة منطقية دقيقة . وبعد أن كانت البراهين عند فيثاغورس غير دقيقة بدرجة كافية ، أصبحنا نرى عند إقليدس عرضاً محكماً عقلياً للبراهين الهندسية .

ولم تتطور الهندسة اليونانية بعد هذا الكتاب تطويراً يستحق الذكر؛ بل عقّلت الروح اليونانية بعده واستمرّ هذا القم إلى العصر الحديث حين جاء ديكارت بمهندسته التحليلية. ولهذا يجب علينا أن نعبر هذه الفترة الطويلة بين إقليدس (٢٧٥ ق.م) في القرن الثالث قبل الميلاد حتى ديكارت في القرن السابع عشر بعد الميلاد لنصل إلى جديد في علم الهندسة.

## ٩ - المقدمة الخاتمة :

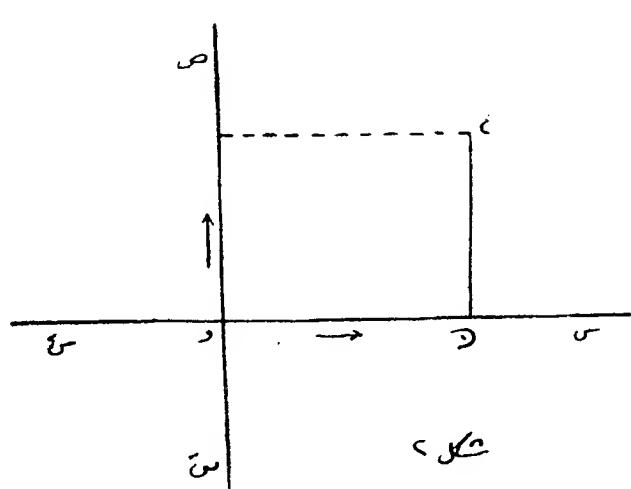
وهنا يلاحظ أن تكوين المندسة التحليلية لا يرجع الفضل فيه إلى ديكارت وحده ، بل يحب أن نعرو شيناً من الفضل في ذلك إلى فرما ، فإن كتابه بعنوان : «**المدخل إلى الحالات المستوية والمجسمة**<sup>(١)</sup>» يتضمن مبدأ المندسة التحليلية مصوغاً في أوضح عبارة حتى قال كاتور : «إن ديكارت لم يصف تعين المعادلة محل هندسي بمثل الوضوح الذي أبداه فرما في مستهل كتابه «**المدخل**» . (محاضرات في تاريخ الرياضة ، ٢٤ ، ص ٨١٧ ، ط ٢) . وفي ما يلي تأثير في هذا

أولاًً بباحث أبولينوس البرجاوى عن القطاعات المخروطية، ثم بباحث ينقولا دورم Nicoals d'Oresme المتصلة بتعيين تغيرات الكتل وفقاً للإحداثيات، أى تحديدها بخطوط.

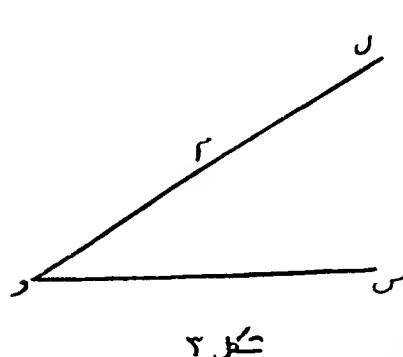
ولكن الفصل الحقيقى فى إيضاح استخدام الإحداثيات فى تعين النقطة يرجع إلى ديكارت، خصوصاً وأنه زيادة فى الإيضاح قد استخدم الإحداثيات المتعامدة، التى عرفت من بعد باسمه. والجديد فى هذه الهندسة أنها خطوة هائلة فى سهل التجرد من التجربة والرسوم. وهى خطوة ما كانت لشئ إلا بفضل تكون الجبر قبل ذلك بقليل على يد فيت Viète. فإذا كان هذا قد استغنى عن الأعداد بالحروف، فإن ديكارت فى هندسته الجديدة سيستفنى عن النقط والخطوط والمجسمات — بالحروف، وبذا تهمل الأشكال الهندسية المحددة، لكن يقتصر على النسب الرياضية العامة المجردة. فهذه الهندسة التحليلية ترد المقادير الهندسية إلى مقادير جبرية، حتى إنه سيكون فى الوسع بواسطة الجبر أن يبرهن على كل الخواص الهندسية. وذلك لأن كل نقطة فى مستوى يمكن أن تحدد ببعدها عن خطين متقاطعين عمودياً فى هذا المستوى. فإذا فرضنا مثلاً أن  $s$  و  $s'$  صوصاً هما مستقيمان ثابتان يتقاطعان عمودياً فى  $o$ ؛ وأن ع نقطة معلومة فى مستوى  $s$  فإننا إذا رسمنا  $o$  موازياً ص  $s$ ، وقاطعاً ص  $s'$  فى  $o$ ، فإن من الواضح أن ع يمكن أن تتعين إذا علمنا، أولاًً:

المسافتين  $s$  و  $s'$ ،  $o$  ع. ثانياً: الاتجاه الذى تقام فيه كل من هاتين المسافتين. والمستقيم  $s$ ،  $s'$  يسمى محور البيانات، والمستقيم  $o$  ص يسمى محور الصادات، وتسى نقطة تقاطعهما نقطة الأصل  $o$ ؛ ويسى و  $o$  الإحداثى الصادى للنقطة  $U$ ، السينى للنقطة  $U$ ، ويرمز له بالرمز  $s$   $o$   $U$  الإحداثى الصادى للنقطة  $U$ ،

ويرمز له بالرمز  $\mathbf{S}$  : ويرمز للنقطة  $\mathbf{L}$  بالرمز  $(\mathbf{S}, \mathbf{C})$  . والمسافات التي تقام في اتجاه  $\mathbf{S}$  ، وص تعد موجبة : بينما تلك المقاسة في اتجاه  $\mathbf{S}^\circ$  ، وص تعد سالبة<sup>(١)</sup> . هذا إذا كانت الأحداثيات ديكارتية ؛ أما إذا كانت قطبية فإن النقطة يمكن أن تحدد ببعدها عن نقطة أخرى في المستوى والزاوية المكونة عن المستقيم المتد بين النقطتين والمستقيم المتوازي للإحداثي السيني<sup>(٢)</sup> . وكل



(١)



(٢)

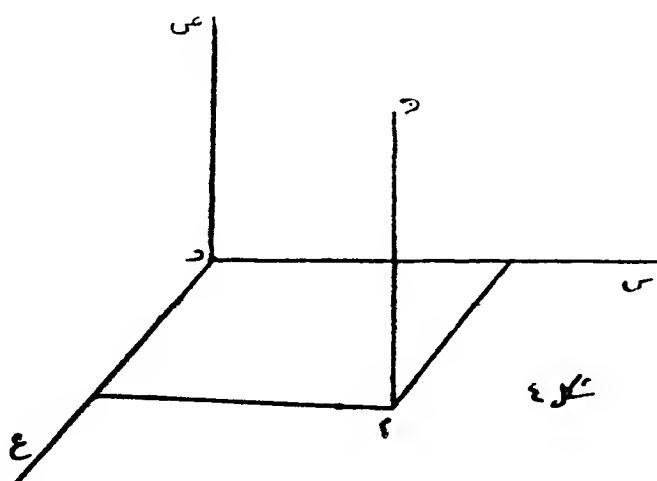
الأحداثيات القطبية للنقطة  $L$  هي البعد الموجه  $\rho$  ول والزاوية الموجهة  $\theta$  ول . والبعد الموجه ول يسمى الكمية المتجهة الطيرية *radius vector* للنقطة  $L$  . والزاوية الموجهة  $\theta$  ول تسمى الزاوية الفكتورية للنقطة  $L$

شكل هندسي في الهندسة المستوية يمكن أن يحدده بقطط يمكن إذن أن يحدد بواسطة مقادير جبرية تمثل المسافات بين هذه النقط و بين المحاور . أما في حالة الهندسة الفراغية ، فإننا نضيف إحداثياً ثالثاً ، و حينئذ تتعين النقطة بواسطة المستقيم الواصل من هذه النقطة إلى نقطة الأصل وبواسطة الزوايا الثلاث التي تكونها هذا المستقيم مع المحاور الثلاثة<sup>(١)</sup> . ولكن ديكارت لم يحصر هذه إلا في الهندسة المستوية ، وإن كان قد أشار إلى كيفية تحديد النقطة في الفراغ .

#### ١٠ — الهندسة الوصفية :

وفي أواخر القرن الثامن عشر نشأت الهندسة تطبيقية هي المعروفة بالهندسة الوصفية ، أنشأها الرياضي الفرنسي الشهير جاسبار مونج Gaspard Monge (١٧٤٦ — ١٨١٨) ، وعرضها في المحاضرات التي ألقاها في مدرسة الهندسة بباريس ونشرت سنة ١٨٠٠ بعنوان : الهندسة الوصفية Géometrie descriptive وفيها عرض نظرية المنظور وكيفية تمثيل الأشكال الهندسية الفراغية بواسطة أشكال هندسية ذات بعدين أي في مستوى ، واستخدم لهذا قطرين أحدهما

(١)



المستوى والأخر السقط الرأسى . وبلغ في دراسة هذه المسائل مبلغاً جعل تكون  
هذا العلم سرياً . و موضوع هذا اللم البحث في تثيل الأشكال الهندسية الفراغية تثيلاً  
بيانياً على سفح مستو ، أى في بدين . ويشرط في هذا التثيل أن يكون دقيقاً  
بحيث تكون النسب مماثلة تثيلاً دقيقاً بين الجسم والرسم البياني له . وال فكرة  
الأصلية التي يقوم عليها هي فكرة الإسقاط . و معناها أن نفترض في الفراغ  
نقطة ثابتة يطلق عليها مركز الإسقاط ، نصلها بواسطة مستقيمات « إلى نقط  
المجموعة الفراغية المراد تثيلها . فإذا تماطلت هذه المستقيمات التي يطلق عليها  
اسم الأشعة الإسقاطية مع مستو معلوم يسمى مستوى الإسقاط ، فإن نقط التماط  
يتتألف منها الشكل البياني المطلوب الممثل للمجموعة ، والذي يسمى لذلك سقط  
المجموعة الفراغية من المركز المعلوم على المستوى المعلوم . فإذا كان مركز الإسقاط على بعد ،  
أطلق على هذه الطريقة اسم طريقة الإسقاط المركزي أو المنظور . أما إذا تصورنا  
ابعد المركز إلى ما لا نهاية فإن الأشعة الإسقاطية تؤول إلى مستقيمات توازى  
جميعاً اتجاهها ثابتاً : و يسمى الإسقاط في هذه الحالة إسقاطاً متوازياً ، كما يسمى  
الاتجاه الثابت اتجاه الإسقاط . ويكون الإسقاط التوازى مائلاً أو عمودياً على  
حسب كون اتجاه الإسقاط مائلاً أو عمودياً على مستوى الإسقاط ». («المهندسة  
الوصفية» للدكتور على مشرفه والأستاذ محمد إلهامي الكرداني ، ص ٢ - ٣ ،  
القاهرة سنة ١٩٣٧ ) .

و هذه الهندسة لا تمثل درجة من التجريد ظاهرة إلا بالنتهاية إلى الممار العملى ؛  
ولكنها عيانية ، كما هو طبيعى ، نظراً إلى أنها تتصل بمسائل عملية خالصة .  
١١ - إنما التطور في التجريد قد تم خصوصاً في القرن التاسع عشر حين بدأ  
علماء الهندسة ينظرون في الأسس نفسها التي تقوم عليها الهندسة التقليدية ، أعني  
الهندسة الإقليدية . وهذه الهندسة تقوم على طائفة من المصادرات والبديهيات  
أهمها ثلاثة :

١ — بين نقطتين لا يمرُّ غيرُ مستقيم واحد؟

٢ — المستقيم هو أقصر خط بين نقطتين؟

٣ — من نقطة لا يمكن إمرار غير مواز واحد لمستقيم معلوم.

وعلى الرغم من أن هذه الفضايا ينظر إليها على أنها أولية، أي غير قابلة للبرهنة، فإن ثمة محاولات قد قامت مع ذلك للبرهنة عليها؛ فالثانية يبرهن عليها كا هو معروف في نظرية ١٢ (في السكتب الهندسية المريية)، إذ يمكن استنتاجها من البديهيات الآخريين ومن بديهيات أخرى. ولكن هذه المحاولات قد أخفقت كلها بالنسبة إلى الثالثة، المعروفة عادة باسم مصادرة إقليدس.

وهنا وفي أوائل القرن التاسع عشر جاء عالمان أحد هما روسى والثانى هنفارى لا وما لو بتشفسكى وبولياى Bolyai وأثبتتا بطريقة لا يمكن دحضها أن البرهنة على مصادرة إقليدس مستحيلة.

وهذه المسألة قد أثيرت لأول مرة بوضوح على يد ج. ساكيри N. I. Lobacevsky في سنة ١٧٣٣. ثم عن بہان. لو بتشفسكى Saccheri سنة ١٧٩٣ - سنة ١٨٥٦ (سنة ١٨٢٦ ثم في سنة ١٨٤٠؛ ثم جاوس Gauss من الممكن في سنة ١٧٩٢، ومن المؤكد في سنة ١٨٣١ وسنة ١٨٤٦؛ ثم ج. بولياى Bolyai J. (سنة ١٨٠٢ - ١٨٦٠) في سنة ١٨٣٢. ولكن هذه الأبحاث لم تثرا اهتماماً كافياً بخطر النتائج التي وصل إليها هؤلاء، وإنما تم ذلك حين نشر ريمان Riemann رسالة بعنوان: « حول الفروض التي تقوم على أساسها الهندسة » Ueber die Hypothesen welche der Geometrie ظهرت سنة ١٨٥٤. فلقت النظر إلى إمكان وجود هندسات غير إقليدية. ومن هذا التاريخ نمت الابحاث والدراسات المتعلقة

بهذه الهندسات الجديدة ، موسّعاً على يد بلترامي من بافيا (سنة 1835 - سنة 1900) وهلمهولتز (سنة 1821 - 1894) من برلين ، وس. ب. تنجي F. C. Klein (سنة 1843 - سنة 1904) من باريس ، وكلين P. Tannery من جينتنجن ، والفرد نورث هو تهد من كبردرج في كتابه : الجبر الالكلي .

أما هندسة لوبيتشفسكي فقوم على أساس إنكار مصادرة إقليدس واستبدال مصادرة أخرى بها هي : « يمكن من نقطة رسم موازيات عديدة لستة معلوم » والاحتفاظ مع ذلك بقيمة البديهيات . ومن هذه المصادرة أتت سلسلة من النظريات ليس فيها أى تناقض ، مما أدى به إلى إقامة هندسة منطقية ، فيها من الأحكام البرهانى الاستدلالي ما لا يقل مطابقاً عملياً للهندسة الإقليدية . وهذه النظريات تختلف أحياناً إلى حد كبير جداً عما ألفناه من نظريات في الهندسة الإقليدية . فن ينها مثلما نظرية يقول إن مجموع زوايا المثلث أصغر دائمًا من قائمتين والفارق بين هذا المجموع وبين قائمتين يكون بنسبة مساحة المثلث . ومن بينها كذلك نظرية يقول إن من المستحيل رسم شكل مشابه لشكل معلوم يختلف عنه في الأبعاد . وعلى كل حال فإن قضيا هندسة لوبيتشفسكي لا صلة لها مطابقاً بقضايا هندسة إقليدوس .

وجاءت هندسة ريم مخالفة لكتابهما . فهى تقوم على أساس إنكار ليس فقط مصادرة إقليدس ، بل وأيضاً البديهية الأولى القائلة إنه لا يمكن أن يرسم غير مستقيم واحد بين نقطتين إذ بدأ ريم بأن أنكر تصور المكان على أنه مستو ، بأن نظر إليه على أنه كروي . وهذا المكان الكروي سيكون بلاد ، لأنه في وسع المرء أن يسير قدماً على كررة دون أن يتوقف ؛ ولكنه كذلك نهائي لأننا إذا لم نجد له حداً ، فإننا لسنا بسعلاج مع ذلك أن تدور حوله دورة كاملة ، أي مقلة ، وبالتالي نهائية . وعلى هذه الكرة أو المكان الكروي لا يمكن غالباً

أن يرسم بين نقطتين غير دائرة كبيرة ( تكون بثابة المستقيم في المكان ذي السطح المستوى ) ؛ ولكن حينما تكون النقطتان متقابلتين تقابلًا قطريًا ، فإن من الممكن أن يرسم بين هاتين النقطتين ما لا نهاية له من الدوائر الكبيرة . وكذلك نرى أنه عادة أو غالباً لا يمكن أن يرسم غير مستقيم واحد بين نقطتين معلومتين ؛ ولكن ثمة أحوالاً شاذة يمكن فيها أن يرسم بين نقطتين ما لا نهاية له من المستقيمات .

ومن هنا اختلفت هندسة ريمون عن هندسة لوبيتشفسكي اختلافاً ييناً : فمجموع زوايا الثالث يساوى قائمتين في هندسة إقليدس ، ويساوى أصغر من قائمتين في هندسة لوبيتشفسكي ، ويساوى أكبر من قائمتين في هندسة ريمون . وعدد الموازيات التي يمكن أن ترسم موازية لمستقيم معلوم من نقطة معلومة يساوى : واحداً في هندسة إقليدس ؛ وصفراً في هندسة ريمون ؛ واللامبائي في هندسة لوبيتشفسكي .

وبعد هذا قامت محاولات أخرى لإنشاء هندسات جديدة ليس في وسعنا هنا الدخول في تفصيلها ، ومن أشهرها هندسات فيرونيز Veronese وهابرت Hilbert التي سماها باسم الهندسات الالارشميدية ، لأنها تقوم على أساس رفض « بدبيهية أرشميدس » القائلة بأن أي طول معلوم ، يضرب في عدد صحيح كبير بدرجة كافية ، ينتهي بأن يفوق أي طول معلوم آخر أياً كان مقداره . أما في المستقيم الالارشميدى ، فالنقط التي تقول بها الهندسة العادية توجد كلها ، ولكن ثمة مالاً نهاية له من النقط الأخرى متداخلة فيما بينها ، إلى درجة أن من الممكن إدخال مالاً نهاية له من النقط الجديدة فيما بين نقطتين تنظر اليهما الهندسة القديمة على أنها متلاصتان <sup>(١)</sup> .

(١) راجع في هذا كله : د. بونكاريه : « العلم والفرض » ، ف ٣ .

## تطور الحساب ونشأة الجبر .

رأينا كيف كان الحساب عند الشعوب السابقة على اليونان ، وكيف كان قوم عدم على قواعد عملية تجريبية وترتبط بأشياء حسية مادية .

أما اليونانيون فقد تطوروا بالحساب إلى درجة من التجريد جعلته علمًا مجردةً إلى حد بعيد . فقد ميزوا بين نوعين من العلوم الخاصة بالأعداد : نوع يسمى *logistique* والآخر يسمى *arithmétique* أي الحساب بالمعنى المفهوم . فالنوع الأول هو « فن » العد ، والثاني هو « علم » الأعداد ؛ والأول على تجريبى ، والثاني نظارى مجرد . وكانت الطرقتان تستخدمان معاً ، فلضرب عدد في ٧ مثلاً كان يثبت المضروب ويجمع إلى ضعفه ويضاف إلى نفسه ، أو يضاف ثلاثة أضعافه ويضاف إلى نفسه . وكان يستعان في إجراء عمليات الضرب بلوحات تسمى *abaques* فيها سجات تتأمّل العمليات المشهورة الاستعمال . أما علم الحساب فقد أقامه الفينياغوريون ، وكان يختلف بعض الاختلاف عن الحساب كما لدينا اليوم ، إذ قد عنوا عنانية خاصة ببيان الخواص العجيبة لبعض الأعداد وسلسل الأعداد ؛ وميزوا بين أعداد زوجية ، وفردية ، وفردية زوجية معاً ، وأعداد أولية ، وأعداد تربيعية ومثلثية . ومن بين هذه الخواص نذكر على سبيل المثال القضية التالية : مجموع الأعداد الصحيحة المتتالية ابتداء من الواحدة يعطى عدداً مساوياً لنصف حاصل ضرب العدد الأخير في الذي يليه ، كما يلي :

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

وهذه الأعداد تسمى مثلثية *triangulaires* لأنها تعبّر عن مساحة مثلث قائم الزاوية أحد أضلاع الزاوية القائمة فيه يزيد عن الآخر بواحد .

و كذلك : مجموع الأعداد الفردية المتالية يساوى عدداً تربيعياً :  

$$1 + 3 + 5 + \dots + (2n-1) = n^2.$$

ولكن أكثر هذه النتائج قد وصل إليها الفيthagوريون المتقدمون بطريقة تجريبية علية ؛ ولم تصبح نظرية إلا في دور متأخر . والطابع المميز لعلم الحساب عندم أنه مرتبط أشد الارتباط بالهندسة وهذا يظهر أولاً في تسمية خواص بعض الأعداد . فالأعداد الفردية كانت تسمى gnomons ، وهي مثلثات أي رب المثلثة ، وكان يعدها حاصل الطرح لعددين مربعين  $(n^2 + 1)$  و  $(n^2 - 1)$  ؛ وحاصل جمع الجنومونات من 1 إلى  $n^2$  يعدها عدداً تربيعياً ، أعني  $(n^2 + 1)^2$  ، وجذرها التربيعى يسمى « ضلعاً » ؛ وحاصل الضرب لعددين كان يسمى سطحاً ؛ وحاصل ضرب ثلاثة أعداد يسمى عدداً مجسماً nombre solide ، وإذا كانت الأعداد الثلاثة متساوية سمي مكعباً .

وعلى هذا النحو استمر علم الحساب مرتبطاً بالهندسة والعيان الحسى عند اليونان ، إلى أن جاء ذيوفنطس فنظم الدراسات السابقة التي استعملت فيها الرموز بدلاً من الأعداد حتى كون منها علماً قائماً بذاته هو الجبر .

أقام ذيوفنطس هذا العلم بأن استخدم رموزاً من الحروف المجائية لتمثيل الكيارات المجهولة في المعادلات ؛ غير أنه اقتصر على المعادلات ذات المجهول الواحد ، فكان يمثلها بالحرف  $\alpha$  أو  $\beta$  ؛ وسبعين المجهول يسمى القوة  $\alpha^2$  ويرمز إليه بالحرف  $\gamma$  ؛ والمكعب  $\alpha^3$  يرمز إليه بالحرف  $\delta$  وهكذا حتى القوة أو الأس السادس . ومن هذا يتبين أن كل هذه الرموز هي اختصارات لأنفاظ . ولكن هذا أيضاً لا يقلل من شأن هذه الحقيقة وهي أن في مجرد استخدام الرموز تحقيقاً لخلطوة في التجرييداته ، وإن كانت الرموز قد استخدمت وفقاً للأحوال ، ولم توضع كنظام للقيام بالعمليات الجبرية بوجه عام .

إنما تطور الحساب تطوراً عظيماً لدى المندو ، خصوصاً في القرنين الثاني عشر والثالث عشر بعد الميلاد ، فالجبر عند المندو قد بدأ بأن أوجد أريا بهاتا Arya Bhata التحليل الجبرى ؛ وأعطى حل المعادلة التربيعية ، والخل بواسطة أعداد صحية لبعض المعادلات غير المتعينة من الدرجة الأولى ؛ وتدل حلوله للمعادلات العددية على أنه كان على علم بالنظام العشري للعد . وقد ولد سنة ٤٧٦ في مدينة بتنا Patna . ومن بعده جاء برهما جوبتا Brahma-gupta الذي كان يعيش حوالي سنة ٦٦٠ ، فحل المعادلات ذات الدرجة الثانية بطريقة عامة . ولابد لنا أن نعبر فترة طويلة كي نجد رياضياً هندياً من الطراز الأول هو بھسکارا Bhaskara المولود سنة ١١١٤ ، صاحب كتاب ليلافاتي Lailavati في الحساب وفيه أعطى القواعد المألوفة الآن الخاصة بالجمع والطرح والضرب والقسمة ، والعمليات المشهورة في الحساب ، والمسائل الحسابية قد صيغت فيه وفقاً للنظام العشري المستعمل اليوم ..

والتجديفات الرئيسية التي أتى بها المندو في الحساب تتلخص أولاً في استعمال النظام العشري وذلك بترتيب الأرقام وفقاً لوضعها في الآحاد والعشرات والثوابع ؛ وثانياً في وضع القواعد الخاصة بالعمليات الحسابية الأولية ؛ وثالثاً في إدخال العدد « صفر » الذي يدل على ما وصل إليه الحساب عندهم من تجريد كبير .

وعن المندو أخذ العرب . فقد ذكر صاعد الأندلسى في « طبقات الأمم » عند كلامه عما وصل إلى العرب من علوم الهند : « وما وصل إلينا من علومهم في العدد حساب « الغبار » الذي بسطه أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي . وهو أوجز حساب وأهضمه ، وأقربه تناولاً ، وأسهله مأخذاً ، وأبدعه تركيئاً ، يشهد للسند مذكاء الخواطر وحسن التوليد وبراعة الابخراع » (طبع مصرص ٢١) .

ويظهر أن العرب قد عرّفوا أعمال أرسطو بآياتها وبرها جوبتا ، كما يظهر خصوصاً من مؤلفات الخوارزمي .

وليس المجال هنا مجال التحدث بالتفصيل عن الرياضيات عند العرب ، إنما نكتفي بأن نشير إشارة عابرة إلى أهم التأثير الجديـدة التي وصلـوا إليها . ولعل أمثل شخصية جديـرة بالذكر هي محمد بن موسى الخوارزمي ، الذي كتب كتاباً بعنوان «الجبر والمقابلة» اعتمد فيه على جبر بـرها جوبـتا ، كما اعتمد في بعض البراهـين على اليونانيـن في طرـيقـتهم الخـاصـة بـتـشـيـل الأـعـدـاد بـواسـطـة الـلـخـطـوـط . وعلى أساس هذا الكتاب قـامت دراسـات الجـبـرـيـ في العـصـور الوـسـطـيـ الإـسـلـامـيـة وـالـمـسـيـحـيـة ، وبـواسـطـته دـخـلـ النـظـامـ العـشـرـيـ بلـادـ أـورـباـ ، وـمـنـ هـنـاـ يـعـدـ ذـاـ أـهـمـيـةـ تـارـيـخـيـةـ عـظـمـيـ . والـكتـابـ (١) يـنـقـسـ إلى خـمـسـةـ أـقـسـامـ : فـيـ الـأـوـلـ مـنـهـ قـدـمـ الخـوارـزمـيـ القـوـاءـدـ الخـاصـةـ بـحـلـ الـمـعـدـلـاتـ التـرـبـيـعـيـةـ بـعـدـ أـنـ قـسـمـهاـ إـلـىـ خـمـسـةـ أـنـوـاعـ هـيـ :  $s =$   
 $s + b$  ،  $s^2 = j$  ،  $s^2 + b = j$  ،  $s^2 + j = b$  ،  
 $s^2 = b + j$  ، حيث  $s$  ،  $b$  ،  $j$  أـعـدـادـ مـوـجـةـ وـفـيـ كـلـ الـتـطـبـيـقـاتـ  
 $s = 1$  . وهو لا يـنـظـرـ إـلـاـ فـيـ الـجـنـورـ الـحـقـيقـيـةـ الـمـوـجـةـ ، وـلـكـنـهـ يـعـرـفـ بـوـجـودـ  
نـوـعـيـنـ مـنـ الـجـنـورـ ، وـهـذـاـ لـمـ يـعـرـفـهـ الـيـونـانـيـونـ (٢) . وـفـيـ الثـانـيـ يـعـطـيـ الـبـرـاهـينـ  
الـهـنـدـسـيـةـ عـلـىـ هـذـهـ القـوـاءـدـ . وـفـيـ الثـالـثـ يـنـظـرـ فـيـ حـاـصـلـ ضـرـبـ ( $s \pm 1$ ) فـيـ  
( $s = b$ ) . وـفـيـ الرـابـعـ يـبـيـنـ القـوـاءـدـ الخـاصـةـ بـجـمـعـ وـطـرـحـ الصـيـغـ الـتـيـ تـنـصـنـ  
الـجـهـوـلـ وـمـرـبـعـهـ ، أـوـ جـذـرـهـ التـرـبـيـعـيـ ؟ وـيـعـطـيـ القـوـاءـدـ الـمـتـعـلـقـةـ بـحـسـابـ الـجـنـورـ ،  
وـيـتـهـىـ بـوـضـعـ النـظـرـيـتـيـنـ التـالـيـتـيـنـ :  $1ab = 1\bar{a}\bar{b}$  ،  $1\bar{a}b = 1\bar{a}\bar{b}$  =  $1\bar{a}b$  وـالـجـزـءـ  
الـخـامـسـ وـالـأـخـيـرـ يـشـتـمـلـ عـلـىـ بـعـضـ مـسـائـلـ مـثـلـ إـيجـادـ الـمـدـدـ الـلـذـينـ مـجـوـعـهـمـاـ ١٠

(١) نـشـرـهـ فـ. رـوزـنـ F. Rosen تـرـجـةـ انـجـليـزـيـةـ ، لـعـنـ سـنـةـ ١٨٣١ .

(٢) يـلـاحـظـ أـنـ الـخـوارـزمـ يـسـىـ مـرـجـعـ الـمـدـ بـاسـ : الـمـالـ .

والنارق بين مربعيها ٤٠<sup>(١)</sup> .

والملاحظ على جبر الخوارزمي أنه مختلط بالحساب إلى حد بعيد . وسرى عند الخيلم أن المعادلات قد اختلطت دراستها بال الهندسة ، إذ هو يعالج المعادلات التكعيبية طريقة هندسية ، وذلك بأن يستخرج الجذر كإحداثي سيني لنقطة تقاطع مخروط مع دائرة .

وفي عصره أيضاً كان الكروخي (الشوف حوالي سنة ١٠٠٠ م) الذي عنى خصوصاً بالنظر في الكميات الصماء .

وهذه الرياضيات العربية هي التي وصلت إلى أوروبا في القرنين الثاني عشر والثالث عشر ، فأصبحت طريقة الحساب هي الطريقة العشرية . وهذه طريقة عملية من الطراز الأول ، عقلية إلى حد كبير .

ومن هذا الحين بدأ استعمال العلامات الدالة على العمليات الحسابية . أجل ، كان المصريون يستعملون نوعاً من العلامات الدالة على بعض العمليات ، بأن كانوا يمثلون الجمع أحياناً بزوج من السيقان يسير إلى الأمام ؛ والطرح بزوج من السيقان يسير القبرى أو سهمان منطلقه ؛ والمساواة يرمزان لها بالعلامة < ولكن الرياضيات اليونانية لم تقدم بهذه العلامات ولم تستعمل منها شيئاً . فنسيت تماماً ، إنما بدأت تظهر واحدة دقيقة وكأن استعملها اليوم ، في أوروبا في أواخر المصور الوسطى . فعلامة + ؟ — ترجعان إلى القرن الثالث عشر ؛ وعلامة المساواة لم تستعمل أستعلاها عاماً إلا في أواخر القرن السابع عشر . أما الأنس فيرجع إلى ما قبل القرن الرابع عشر إذ نرى الأنس السالب مستعملاً في القرن الخامس عشر والأنس الكسرى في الرابع عشر ، أما الصورة التي هو عليها اليوم

فتعود إلى ديكارت في كتابه في المندسة التحليلية سنة ١٦٣٧ . وفي نهاية ذلك القرن السابع عشر ظهرت علامات الضرب والقسمة .

واستعمال هذه العلامات له فائدة جل . فضلاً عن أنها تقيد كثيراً في الاقتصاد وتسهيل القيام بالعمليات الرياضية ، وفضلاً عن كونها لغة عامة للتتفاهم بين العلماء ، فإنها تمثل درجة من التجريد كبيرة . «فظام الرموز ، كما يقول أبل ريه ( دروس في الفلسفة ، ج ٢ ، ص ٤٣ ، باريس سنة ١٩٢٥ ) ليس لغة حسنة الصنع فحسب ، بل هو أيضاً يدل على اللحظة التي صارت فيها الأفكار واضحة متميزة ، والتي أمكن فيها تنظيم العلم بطريقة عقلية ، والتي فيها صار العقل الإنساني حازماً للعناصر الحقيقة الضرورية له والتي ليست العلامات الرمزية غير أشياء تقام مقامه » .

### ١٣ — نكوص البر

ولكن الجبر لم يتكون بعد كعلم تام مستقل إلا على يد فرنسوافيت Francois Viète الذي ولد في فونتيني قرب لاروشل سنة ١٥٤٠ . وتوفى بباريس سنة ١٦٠٣ . وكتابه الرئيسي في الرياضيات هو «الدخل إلى فن التحليل» In Artem Analyticam Isagoge الذي نشر سنة ١٥٩١ ، وفيه أوضح كيف يمكن تطبيق الجبر في حل المسائل المندسية . وأمّا ما آتى به فيه إصلاحه لغة الجبر، خصوصاً في ناحيتين الأولى أنه رمز إلى الكيميات المعلومة بالحروف السائنة A, E, I, O، الخ B, C, D، وإنما الطريقة المستعملة اليوم، طريقة ما يسر استخدام عدد من الكيميات المجهولة . أما الطريقة المستعملة اليوم، طريقة استخدام الحروف الأولى من المجاء a, b, c, d، الخ للرمزيّة إلى الكيميات المعلومة، واستخدام الحروف الأخيرة X, Y, Z، لتتليل الكيميات المجهولة ، فترجم إلى ديكارت في سنة ١٦٣٧ .

والناحية الثانية هي أنه كانت العادة جارية باستخدام حروف جديدة لتمثيل مربع أو مكعب (المح) الكثيارات الواردة من قبل في المعادلات ، فثلا إذا كانت  $R$  أو  $N$  تمثل  $X$  أو  $C$  أو  $Q$  تمثل  $x^2$  أو  $x^3$  المح . أما فيت فكان إذا استخدم  $A$  لتمثيل الكمية المجهولة  $S$  ، فإنه كان أحياناً يستخدم  $A$  quadratus  $A$  cubus لتمثيل  $x^2$  و  $x^3$  المح مما كان يوضح بسرعة الصلة بين القوى المختلفة . فثلا لكتابة معادلة مثل :  $Z = 5BA^2 - DA + A3$  كان فيت يكتبها كألي  $B5$  in  $A$  Quad. —  $D$  plano in  $A + A$  cubo aequatur  $Z$  solidو . وفي هذا يلاحظ أنه لم يكن يستخدم علامة التساوى ، والعلامة = التي نستخدمها اليوم للدلالة على التساوى كان هو يستخدمها لتمثيل « حاصل الطرح بين كميتين » .

وكان هذين الإصلاحين أثر كبير في تطور الجبر ، مما أدى إلى جعله علماً يقوم بنفسه ، قد استفني عن الأعداد قدر المستطاع ، وأصبح بهذا أكثر إيقاعاً في التجريد . إذ أفضى إلى وضع صيغة عامة مجردة لكل العمليات المشابهة وضمنها تحت صيغة واحدة ، أيًّا ما كانت مقادير الكميات المستخدمة .

#### ١٤ — البطبيط :

الميكانيكا هي العلم الذي يدرس ظواهر الحركة بطريقة عقلية دقيقة . وهي تقيس ظواهر الحركة مهما تكن مرتبة وكيفية : فسواء أردنا قياس شكل سحابة متغير ، أو مسقط مياه ، أو مقاومة الأجسام الصلبة المرنة ، فإن الميكانيكا تستطيع أن تحدد هذه الحركات والمقواومات مستعينة في ذلك بالأعداد .

والميكانيكا ليست علمياً وصيفياً فحسب ، إذ هي لا تقتصر على تسجيل حركات الأجسام المادية ، بل تبحث عن علل هذه الحركات والقوانين التي وفقاً لها تحدث هذه العلل ما تحدث من حركات . فإذا ما عرفت الأحوال الأولى لنظام مادي

والقوانين التي تخضع لها تأثيرات الأجسام المتبادلة في هذا النظام فإنها تستطيع أن تحسّب حركة هذه الأجسام فيما بعد .. ولماذا فإن الميكانيكا هي في جوهرها علم يستطيع أن يقدّر مقدماً .

ولما كان التطبيق الفنى الصناعى إنما ينشأ نتيجة لعرفة الشروط الأولية وما ينتج عنها من آثار ، فإن الميكانيكا كانت ذات أثر كبير في تقدم الصناعة الفنية (التكنيك) .

وأثر الميكانيكا في تقدم العلوم الأخرى ظاهر ، لأن موضوعها وهو ظواهر الحركة والتوازن ، يدخل في كثير من العلوم الأخرى . فهو يدخل في الفيزياء الكهربائية والكيميائية الخ ...

وميكانيكا هي التطبيق الأول للبرهان الرياضى على المراسمة الحسابية والعلمية للظواهر الطبيعية .

وفضلاً عن ذلك فإن تاريخ تقدم العلوم يشهد بأثر الميكانيكا في تطور البحث العلمي : فإن ميكانيكا جاليليو ونيوتون أوضحت كثيراً من المذاكل التي ظلت حتى ذلك الوقت غامضة ، حتى إن العلماء لم يقتصرُوا على حماكة منهج الميكانيكا في دراسة الحرارة والكهرباء والكيمياء الخ ، بل حاولوا دائماً الوصول إلى تفسير ميكانيكي لكل هذه الظواهر .

ومن الواضح أن الظواهر التي تدرسها الميكانيكا هي أكثر الظواهر تأثيراً على القياس بالعدد . فالظواهر الكيميائية والفيزيائية يمكن تتبع مراحل سيرها على نحو أيسر . فثلاً ظاهرة احتراق عود كبريت ، يمكن تقدير مراحل سيرها بسهولة ؛ أما إطلاع قذيفة في الهواء فلن العسير تحديد مسيرة . وهذا هو السبب في تأخر تكون علم الميكانيكا .

وستطيع<sup>(١)</sup> أن نرجع نشأة هذا الملم إلى الفلسفه النりين السابقين على سقراط الذين قالوا إن النرات إذا ما تحركت تستمر في حركتها بطريقة مطردة دون الاستعانت بأية قوة ، إلا إذا اعترضتها ذرات أخرى . ييد أن هذه الفكرة الجزئية الخصبة لم تلق من يأخذ بها ، لأن المشاهدات اليومية العاديه لا تتفق معها ، إذ تدل هذه المشاهدات على أن الأجسام لا تتعرّك إلا إذا حركتها قوة ، وأنها توقف عن الحركة إذا تخلت عنها القوة المحرّكة . ومن هنا نجد أن أرسطو يأخذ ببدأ آخر وهو : حيث لا قوة فلا حركة . غير أن أحداً من أيام أرسطو حتى جالليو لم يتسامل : ولماذا نرى السهم يستمر في حركته بعد انفصاله عن القوس؟ إن ببدأ أرسطو كان من شأنه أن يقول إن السهم يجب أن يقف بمجرد انفصاله عن القوة الدافعة أى عن قوة شد القوس . لكن التفسير الذي كان يعطي آنذا لظاهرة استمرار انطلاق السهم هو إنه حينما انطلق السهم ، اندفع الهواء خلفه ليلاً الفراغ الذي تركه . ولكن هذا الجواب ينطوي على دور فاسد : الهواء اندفع لأن السهم تحرك؛ والسهم تحرك لأن الهواء اندفع . ومع ذلك ، استمر المبدأ الأرسطوالي حتى القرن السابع عشر ، وهو أنه . حيث لا قوة فلا حركة .

هنا جاء أولاً جالليو فأشار بإشارة غامضة إلى ما سيعرف باسم قانون القصور الذاتي law of inertia ؛ أما الذي أوضحه وفصله فهو نيوتن . ولهذا يسمى القانون الأول من قوانين نيوتن في الحركة . وهو يقول إن كل جسم يظل في حالة سكون أو حالة حركة مطردة في خط مستقيم ما لم تؤثر فيه قوة ما . وبهذا استبدل بالبدأ الأرسطوالي القائل : « حيث لا قوة فلا حركة » ببدأ آخر يقول « حيث لا قوة ، فلا تغير في الحركة ». ثم إن أرسطو كان يرى أن القوة

هي سبب الحركة ؟ أما نيوتن فيرى أن القوة هي السبب في التغيرات التي تطرأ على الحركة : من تسارع أو تباطؤ أو تغير في الاتجاه الخ . فكل تغير من هذا النوع يحتاج إلى قوة لإحداثه . لكن إذا لم توجد مقاومة ، فلا حاجة إلى أية قوة من أجل الحفاظة على الحركة المطردة في خط مستقيم .

وهكذا<sup>(١)</sup> نرى أنه منذ القرن السابع عشر قامت أبحاث عديدة في الميكانيكا أدت في خلال القرنين التاليين إلى تكوينها علمًا حقيقاً أصبح ثابتاً يعتمد في التفسير العقلى لسلسل أخرى من الظواهر الطبيعية . وقد تكونت لأول مرة على يد جاليليو بدراسة توانين سقوط الأجسام ، ثم بحل مشكلة حركة قذيفة في وسط لا تلقى منه مقاومة . وقد أدى هذا الحال إلى البحث في المبادىء والتصورات والبدويات التي يمكن أن يبني عليها علم ظواهر الحركة ، أى علم الميكانيكا ، وهذا بدوره أفضى إلى دراسة القوانين العامة للحركة وتطبيقها على النقط والأجسام الصلبة ، والامتداد في تطبيقها إلى الأجرام السماوية وحركاتها .

لقد اكتشف جاليليو أولاً نظرية سقوط الأجسام . كان أرسطو يقول إن الجسم الذى يسقط تزداد سرعته لأن المتحرك يسعى بأسرع ما يمكن إلى مكانه الطبيعي . فقام جاليليو وسجل نفس الظاهرة وهي ازدياد سرعة الجسم كلما ابتعد من نقطة سقوطه . وبدأ يفسر ذلك تفسيراً كائناً ، محاولاً الوصول إلى معادلة رياضية . وقد حاول عدة محاولات للتفسير ، وراح يصحح الواحد تلو الآخر إلى أن انتهى إلى تفسير نهائى وهو أن السرعة تتزايد بنسبة الزمن الذى يمر من نقطة ابتداء انطلاق الجسم الساقط .

ثم بحث جاليليو في حركة القذائف ، فاتهى إلى أن الجسم المتحرك الذى

يطلق على مستوىً أفق يستمر في حركة مطردة إلى غير نهاية إذا كان المستوى يمتد إلى غير نهاية ، طالما لم يعنه عائق . لكن إذا كان المستوى محدوداً ، فإن المتحرك الخالص للتنقل يتجاوز نهايةه وبصفة إلى حركته الأولى المطردة اتجاهًا إلى أسفل ناتجةً من الثقل . ومن هنا تنشأ حركة مركبة مؤلفة من الحركة الأفقية وحركة السقوط المتسارعة . وأثبتت جالليو أن مسار القذيفة يُلخص قطعًا مكافئًا

parabole

وأخطر من جالليو أثراً في تكوين الميكانيكا كان نيوتن<sup>(١)</sup> ، الذي استطاع أن يكتشف قوانين الحركة ، وأولها قانون القصور الذاتي law of inertia وقد ذكرناه ، وثانيها قانون يقول إن التغيرات التي تطرأ على كثافة الحركة تتناسب مع القوة المتحرّكة وتتجه في اتجاه هذه القوة . فإذا رمزنا للكتلة بالحرف س والقوة بالحرف ق ، وللزمن بالحرف ز ، فإن من الممكن وضع هذا القانون في المعادلة التالية :  $ك \times س = ق \times ز = (ك \times س)$  . والقانون

(١) قوانين نيوتن :

القانون الأول : كل جسم يبقى ساكناً ما لم يطرأ عليه طارىء يحركه ، وكل جسم متعرّك باتظام وفي اتجاه مستقيم ما لم يطرأ عليه ما يغير من اتّظام حركته أو من اتجاهها أو ما يحيوها .

القانون الثاني : تغير كثافة تحرّك جسم في زمن ما مناسب للقوة المحدثة له ؟ ويحدث هذا التغير في اتجاه القوة .

القانون الثالث : لكل فعل رد فعل مساو له ومضاد له في الاتجاه .

$t = \text{temps}$  ،  $v = \text{vitesse}$  ،  $m = \text{masse}$   $d(mv) = F dt$  (٢)  $[F = \text{force}]$

وعكّن صياغته أيضًا في الجملة التالية :

القوة التي تؤثّر في جسم تتناسب مع تغير العزم الذي تحدّنه في وقت معلوم ؟ واتجاه القوة هو الاتجاه الذي يحدث فيه تغير العزم [العزم momentum] هو حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته [ ] .

الثالث يقول بتساوي الفعل ورد الفعل في الأفعال المتبادلة بين جسمين . وهذا القانون ظاهر بنفسه فيما يتصل بأفعال الاصطدام ، ولكنه مهم في الأفعال من مسافة بعيدة .

ويطبق نيوتن قوانين الحركة هذه على الأجرام السماوية ، مما أدى إلى تكوين الميكانيكا السماوية ، التي تدرس حركات الكواكب والنجوم .

وتطورت الميكانيكا بعد ذلك تطوراً هائلاً على يد أويلر ف تكون ما يسمى باسم الميكانيكا العقلية . وأصبحت الميكانيكا مؤلفة من فرعين : الديناميكا والاستاتيكا . فالديناميكا تدرس الحركة ، والاستاتيكا تدرس أحوال التوازن في المجموع . وكل منها تنقسم إلى ثلاثة فروع بحسب كون المترددة نقطة ، أو مجموعة أجسام صلبة ليرتبط بعضها ببعض ، أو سلسلة . وديناميكا واستاتيكا السوائل تسمى هييدروديناميكا وهييدر واستاتيكا<sup>(١)</sup> .

(١) للذكر :

العدد «الحقيق» : قطاع لسلسلة من الكسور مرتبة تبعاً للمضمار .

العدد «الأصم» : قطاع لسلسلة من الكسور ليس لها حد منطق .

العدد «الجزري المتحقق» : قطاع لسلسلة من الكسور لها حد منطق خضر ٢ (أ) هو القطاع المكون من كل الكسور التي يكون مرتبها أقل من ٢ .

العدد «التخليل المركب» : هو زوج مرتب من الأعداد المثبتة .

جمع الأعداد التخليلية وضربها :

الجمع :  $(1 + a) + (1 + b) = (1 + 1) + (a + b)$  ت

الضرب :  $(1 + a) (1 + b) = (1 - a) + (1 - b) + (a + b)$  ت

يعرف الجزر ، تجريبياً لأى مقدار سالب مثل - ١ (أ. وجية) بأنه ذلك المقدار التخليل الذي إذا ضرب في نفسه تتج - ١ .

$$\text{أى أن } \sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -1$$

$$= \quad \text{وقياساً على هذا يكون } \sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -1$$

== والمقادير التي هي على الصورة  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  نسمى بالمقادير التخيلية ، مثل  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  ،  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  ونمكن أن نيد أن المقادير التخيلية مثل  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  يمكن التعبير عنها بدالة  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  :

من التعريف  $\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} \times \sqrt{1 - \frac{b}{a}}$

$\therefore \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} \times \sqrt{1 - \frac{b}{a}} \times \sqrt{1 - \frac{b}{a}} \times \sqrt{1 - \frac{b}{a}} = \sqrt{a} \times \sqrt{1 - \frac{b}{a}}$

$\therefore \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} \times \sqrt{1 - \frac{b}{a}} = \sqrt{a} - \sqrt{b}$

وبذا يمكن التعبير عن  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  بدالة  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  وسنرمز للقدر التخييلي  $\sqrt{a} - \sqrt{b}$  بالحرف ت القوى المختلفة للقدر التخييلي :

$\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b}$

$\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b}$

وتتكرر القيم على دورات رباعية .

كل مقدار بصورة  $\sqrt{a} + \sqrt{b}$  فيه  $a$  ،  $b$  مقداران حقيقيان ،  $\sqrt{a} + \sqrt{b}$  يسمى

بالمقدار التخييلي المركب مثل  $\sqrt{a} + \sqrt{b}$  ،  $\sqrt{b} - \sqrt{a}$  ،  $\sqrt{b} + \sqrt{a}$  ،  $\sqrt{b} - \sqrt{a}$  . ونكون هذه

المقادير من جزئين أحدهما حقيقي والآخر تخييلي .

يتافق مقداران تخيليان مركبان اذا اختلفا في علامة الجزء التخييلي فقط فنلا  $\sqrt{a} + \sqrt{b}$  ،  $\sqrt{b} - \sqrt{a}$  .

وواضح أن مجموع أي مقدارين مربعين مركبين مترافقين هو مقدار حقيقي لأن

$\sqrt{a} + \sqrt{b} + \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a}$

$(\sqrt{a} + \sqrt{b})(\sqrt{a} - \sqrt{b}) = \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} + \sqrt{b}$  وكلا الناتجين حقيقي

وستعمل المقادير المترافقية في تحويل كسر مقامه تخييلي إلى كسر آخر مقامه حقيقي ، وذلك بضرب البسط والمقام في مراافق المقام :

$$\frac{\sqrt{a} + \sqrt{b}}{\sqrt{a} - \sqrt{b}} = \frac{(\sqrt{a} + \sqrt{b})(\sqrt{a} + \sqrt{b})}{(\sqrt{a} - \sqrt{b})(\sqrt{a} + \sqrt{b})} = \frac{\sqrt{a} + \sqrt{b}}{\sqrt{a} + \sqrt{b}} =$$

$$\frac{\sqrt{a} + \sqrt{b}}{\sqrt{a} + \sqrt{b}} = \frac{\sqrt{a} + \sqrt{b}}{\sqrt{a} + \sqrt{b}} =$$

لتفرض أن الجزء الديري للعدد  $a$  هو  $\frac{m}{n}$  ، فإن  $\frac{m}{n} = \frac{2}{3}$   $\therefore m = 2$  ،  $n = 3$

$\therefore m^2$  عدد زوجي  $\therefore m$  عدد زوجي لأن مربع العدد الفردي كذلك فإذا كانت  $m$

عددًا زوجيًا إذن ، فإن  $m^2$  يجب أن تقبل القسمة على 4 لأنه إذا كانت  $m = 2$  ص

حيث ص هي نصف  $m$  فإن  $m^2 = 4$  ص

١٥ - نظرية العدد :

فكرة العدد لم تبحث بحثاً كافياً من حيث أنسابها الفلسفية إلا في العشرين سنة الأخيرة من القرن الماضي والأولى من هذا القرن خصوصاً على يد فريجيه Frege في كتابه عن معنى العدد الذي ظهر في سنة ١٨٨٤ ثم في كتابه عن القوانين الأساسية للحساب الذي ظهر سنة ١٨٩٢ . ونظريته في العدد على الرغم من وضوح هذه الأبحاث إلى درجة كبيرة ، لم يمكن مع ذلك أن تلقى الاعتناء الكافي إلا على يد رسل في سنة ١٩٠١ حين اكتشفت القيمة الكبرى لنظرية فريجيه في العدد . وفي تلك الأثناء أى ابتداء من سنة ١٨٩٥ كان يانو وأتباعه يقومون بالبحث في أسس الرياضة بارجاع القضايا الرياضية جماعياً إلى أفكار أولية ثم إلى مصادرات بسيطة يمكن أن يستخلص منها كل بناء الرياضيات . ولكن تبين أن فكرة فريجيه عن العدد أدق وأشمل من فكرة يانو ، فجاء رسل وأكمل النظريتين أولاهما في كتابه « مبادئ الرياضيات » الذي ظهر سنة ١٩٠٣ وثانيهما في كتابه هو وهو يهـ (Principia Mathematica) : « مبادئ الرياضة » الذي ظهر من سنة ١٩١٠ إلى سنة ١٩١٣ وستتناول خلاصة أبحاثهم في هذا الصدد ، في شيء من الإيجاز .

$$\therefore n^2 = 2^2 \quad \therefore 2^2 = n^2$$

$$\therefore \frac{n}{2} \text{ ستكون أيضاً الجذر التربيعي للعدد } 2$$

وقد وسعنا بعد هذا أن نكرر البرهان : إذا كانت  $n^2 = 2^2$  ، فإن  $\frac{n}{2}$  ستكون الجذر التربيعي للعدد 2 وهكذا باستمرار خلال سلسلة لا تنتهي من الأعداد التي يمكن أن تكون كل منها نصف السابقة له .

ولكن هذا مستحيل ، لأننا إذا قسمنا عدداً على 2 ثم قسمنا النصف وهكذا فيجب أن نصل إلى عدد فردٍ بعد خطوات متناهية . . لا يمكن أن يكون ثُمَّةً كسرٌ  $\frac{1}{2}$  يكون مربعه 2

يفرق رسول بين الرياضة البحتة وبين الفلسفة الرياضية على أساس أن ثمة طررين في البحث في الرياضيات : الطريق الأول أن ننتقل من المبادئ، المسمى بها البسيطة نسبياً على الأقل إلى ما هو أكثر منها تركيباً وتعقيداً. فننتقل من عمليات الجمع والضرب إلى عمليات التفاضل والتكامل، ومن الحساب البسيط والهندسة المستوية إلى حساب الامتحانيات والهندسة التحليلية . والطريق الآخر طريق عكسي ننتقل فيه من النتائج التي وصلنا إليها بعد أن بلغنا مرحلة واسعة من التطور لكي نبحث في الأسس التي تقوم عليها الرياضيات: من بديهيات ومصادرات وتعريفات . وبهذا نبحث عن الأسس العقلية التي تقوم عليها الرياضيات كلها . فالطريق الأول هو طريق الرياضيات البحتة التي تعنى بالانتقال من البسيط إلى المركب و تستمر في التجريد حتى تصل إلى المجردات العليا التي تستغني عن كل عيان ، والطريق الثاني هو طريق الفلسفة الرياضية التي تعنى بدراسة الأسس الأولى التي يقوم عليها كل بناء رياضي . وهذه الفلسفة الرياضية لم تنشأ إلا متأخرة ، نشأت خصوصاً في النصف الثاني من القرن الماضي وأوائل هذا القرن حين حاول الرياضيون من ذوى النزعة الفلسفية المنطقية أن يدرسوا كيفية إرجاع الرياضيات كلها إلى الحساب . ففكرة احتساب الرياضيات كانت الفكرة الأولى التي دار حولها البحث في الفلسفة الرياضية . وهذه الفكرة قد تنبأ إليها بعض التنبية فيثاغورس حيناً وجد أن ثمة صعوبة في إرجاع بعض الأشياء إلى نسب حسابية تبعاً لمذهبه الذي حاول به أن يرجع كل الحقيقة الخارجية إلى العدد . فقد وجد أن ثمة من المقادير ما لا يمكن أن يقدر حسابياً ، واكتشف فكرة الكميات غير المشتركة *quantités incommensurables* خصوصاً أنه قد وجد أن بين الضلع والقطر في المربع لا يوجد قدر مشترك أى لا يمكن قياس الواحد على الآخر ، ووجد أيضاً أنه إذا كان ضلع المربع = 1

فإن القطر  $= \pi$  وهذا الجذر أصم *irrationnel* أي لا يمكن استخراجه كعدد طبيعي ، فانتبه بفضل هذه الصعوبات إلى بعض المسائل التي تثيرها الفلسفة الرياضية .

١٦ — وأول ما يجب أن يبدأ به البحث في هذه الفلسفة هو أن ننظر في أبسط الأشياء التي يمكن أن يرد إليها البناء الرياضي كله . فعلينا أولاً أن نختسب الرياضة بأن نرجع الرياضيات بأنواعها من حساب وهندسة وكل ما لهذه من فروع إلى فكرة الأعداد ، وفكرة الأعداد ترتد في النهاية كأبسط صورة لها إلى فكرة الأعداد الطبيعية أو ما يسمونه الأعداد الصحيحة التوالية . ونحن نبدأ اليوم عادة من صفر ثم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ... الخ وقد وجدنا أن هذه الخطوة في الواقع خطوة متأخرة إذ الصفر لم يعرفه اليونان ولا الرومان . إذ أدركه المندو وعنهم انتقل إلى العرب ثم إلى الحضارة الأوروبية فاقبض اليوم الصورة الطبيعية للأعداد الصحيحة التوالية (أو الأعداد الطبيعية) . ولكننا إذا تساءلنا عن معنى كلمة صفر أو معنى كلمة الوحدة وقعنافي كثير من الاشكالات والصعوبات . وأكثر من هذا إذا بحثنا في معنى العدد نفسه وجدنا أننا قد سلمنا بالفكرة دون أن نبحث فيها أدنى بحث ، ومن هنا جاءت الفلسفة الرياضية فبدأت تبحث في القضايا الأولية الأصلية التي يمكن أن يرد إليها كل البناء الرياضي . وأهم من قام بهذا البحث بيانو ، فقد بحث في القضايا الأولية ، وكيف يمكن تعريفها أو البرهنة عليها . ولما كنا لا نستطيع في النهاية إلا التسليم ببعض الأشياء ، فقد اضطر هو الآخر إلى التسليم بهذه الأفكار الأولية بوصفها القضايا الأصلية التي يقوم عليها علم الحساب وبالتالي تقوم عليها الرياضيات كلها .

هذه المبادئ التي وضمنها بيانو تتلخص في ثلاثة أفكار أولية وخمس

مقدارات : أما الأفكار الأولية فهي : صفر ؟ عدد ؟ تال ل . — أما معنى « الصفر » فهو الشيء الذي ليس له حد يقابلة وكما سترى فيما بعد : الصفر هو الصنف الذي لا أفراد له ، أي صنف العدم . أما « العدد » فقد فهم منه بيانوا ما فهمه عادة وبطريقة إيجالية مبتذلة من الأعداد الطبيعية ، « وتال ل » قد فهم منه أنه العدد المباشر التالي لأى عدد آخر . أما المصادرات التمس التي قال بها فهى :

(١) الصفر عدد . (٢) كل عدد له عدد تال . (٣) لا عددين ذوا تال واحد . (٤) الصفر ليس تالياً لأى عدد . (٥) أية صفة تتنسب إلى الصفر وتنسب أيضاً إلى التالي لأى عدد يملك هذه الصفة ، تتنسب إلى كل عدد .

فإذا نظرنا في فكرة الأعداد وطبقنا عليها هذه المصادرات وجدنا أولاً أن الصفر عدد ، أي يدخل إذن على الأقل في الرياضيات ، بعد أن تطورت ، كعدد من سلسلة الأعداد الطبيعية . ووجدنا ثانياً أن أي عدد له تال ، وهكذا باستمرار ، وسنترى أن هذا يفضي بنا إلى فكرة الالاتناه في العدد والعدد ، فنحن نقول صفر ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ... الخ فكلمة إلى آخره تدل على الالاتناهية — بمعنى أنه لما كان لكل عدد تال فإذاً عدد تاله لابد أن يكون له عدد تال مهما كان من ضخامة هذا العدد ، والأمر لن يتنهى . وإذاً فسلسلة الأعداد الطبيعية تبعاً لهذه المصادرات الثانية لا تنتهي . وتقول لنا المصادرات الثالثة إن أي عددين لا يمكن أن يكون لهما تال واحد ومعنى هذا أن عدداً ما لا يمكن أن يتكرر مطلقاً في سلسلة الأعداد الطبيعية . وهذا مفهوم من المصادرات الثانية لأنه لما كان لكل عدد تال ، وكان كل عدد مختلفاً عن الآخر ما داماً عددين ، فإن يكون التالي لأحد هما هو التالي للآخر . والمصادرات الرابعة تقول لنا إن عدد الصفر لن يدخل كعدد تال في سلسلة الأعداد بل سيكون دائماً العدد الأول مهما افترضنا ، كما سترى ، من قيمة هذا الصفر . والمصادرات الخامسة تقول لنا إنه إذا اتصف الصفر بصفة ، وانصف

عدد ما وليكن ع بهذه الصفة عينها ، كـما اتصف بها التالى لهذا العدد أى ع + ١  
فإن هذه الصفة تنطبق على كل الأعداد ، أى ما كانت هذه الأعداد ، أى على  
سلسلة الأعداد الطبيعية كلها مهما امتدت .

ونستطيع بعد هذا أن نفسر عمليات الحساب وعمليات الرياضة على أساس .  
هذه المصادرات الخمس . فعمليات الضرب والجمع مثلاً تقوم أيضاً على هذه  
المصادرات والبرهنة . على ذلك قد تكون طويلة أحياناً ولكنها متيسرة دائماً ،  
وقد عرضها بيانوف في كتابه مجموع الصيغ الرياضية ، عرضها بالتفصيل بالنسبة  
لجميع الأحوال .

وهنا يلاحظ أن هذه المصادرات الخمس يمكن أن تفسر عدة تفسيرات . فيمكن  
أولاً أن نفترض أن الصفر هو العدد ١٠٠ ، وأن التالى هو العدد الذى يزيد عن  
المائة بعد ، وليكن واحد (١) مثلاً ، فستجد أننا نبدأ من مائة ١٠٠ ، ١٠١ ، ١٠٢ ،  
١٠٣ ... الخ . وال المصادرات الخمس تكون صحيحة بالنسبة لهذه الأحوال كلها ،  
فالصادرة الأولى صحيحة وستكون ١٠٠ تنازلاً الصفر . وسنجد أن كل عدد له  
تالى وسنجد أيضاً أنه لا يمكن أن يكون العدد تال واحد ، وسنجد خصوصاً —  
وهذا قد يبدو غامضاً بعض الشيء — أن الصادرة الرابعة القائلة بأن  
الصفر ليس تالياً لأنى عدد صحيح ، وذلك لأننا عدنا المائة في هذه الحالة هي  
الصفر ، وكأن عدد ٩٩ الذى يسبق المائة في هذه الحالة لا يعد سابقاً ، ومع هذا  
فلا زالت هذه الصادرة صحيحة حتى بالنسبة لهذا التفسير .

وكذلك المصادر الخامسة : فما ينطبق على المائة ، وعلى أى عدد آخر بعدها  
وعلى التالى لهذا العدد ، ينطبق على سلسلة الأعداد كلها ابتداء من المائة .

ثانيةً : نستطيع أن نفترض أن الصفر لازال هو الصفر ، وأن العدد معناه العدد

الزوجي ، وأن تال ل يساوى ٢ ، فسنجد حينئذ أن لدينا صفر ، ٦ ، ٤ ، ٢ ، ٨ . . . . .  
الحال فالصادرة الأولى هي بعينها ، والمصادرة الثانية هي هي مع جعلها  
التالي ذات قيمة غير الواحد ، فالأمر يتوقف دائمًا على السمية المعلقة بقولنا تال له  
ونجد أنه لا يوجد عددان ذواتاً واحد . ونجد رابعاً أن الصفر لا يوجد من بين  
الأعداد التالية إطلاقاً كما تقول المصادر الخامسة أى أننا إذا ما نظرنا إلى أى خاصة  
تنتسب إلى الصفر وإلى أى عدد من الأعداد الزوجية ، ثم تنتسب ثالثاً إلى هذا  
العدد + ٢ ، فإن هذه الخاصية تنتسب كذلك إلى بقية الأعداد في هذا  
السلسل الطبيعي .

كما نستطيع أن نفترض افتراضات أخرى غير السابقة بأن نجعل الأعداد  
كسرية أو نفترض أية كمية للقيمة تال ل ، فسنجد أن المصادرات المنس متحققة  
باستمرار في كل هذه الأحوال . وعلى هذا يمكن بطريقة عامة أن نجد أننا إذا  
نظرنا في أية سلسلة من الأعداد ولتكن س صفر ، س<sub>١</sub> ، س<sub>٢</sub> ، س<sub>٣</sub> ،  
س<sub>٤</sub> ، . . . . س ع ، فسنجد دائمًا أنها تخضع لهذه المصادرات المنس . فالمصادرة  
الأولى القائلة بأن الصفر عدد متحقق هنا في قولنا س صفر أول الأعداد ، والمصادرة  
الثانية متحققة في أنه لا يوجد عددان ذواتاً واحد ، والمصادرة الرابعة متحققة في  
أن كون الصفر ليس بوحد من الأعداد التالية ، والمصادرة الخامسة متحققة في  
أن خاصة ما تنتسب إلى س صفر ، وإلى س<sub>١</sub> + ١ تنتسب أيضاً إلى عدد آخر  
ول يكن س<sub>٢</sub> ، س<sub>٣</sub> ، س<sub>٤</sub> . . . (أى عدد كان) .

ونظراً إلى هذا الاختلاف في التفسير تبين بعض الرياضيين المنطقين ، وعلى  
رأسيم رسل ، أن تائج يانو ليست تائج نهائية ، فعاد إلى نظرية قد أهل بها قبل  
ذلك بقليل (سنة ١٨٨١) فربجها ، وعرضها ثانية سنة ١٨٩٣ دون أن ينتبه إليها  
الرياضيون في ذلك الوقت ، وذلك لكي يحقق غرضاً مهماً هو أن تكون

الرياضيات . وبالتالي المصادرات التي قفوم عليها ، دقیقة معينة الکمية لا تفسر أى تفسير كان . وثانياً لاحظ رسـل وغيره أن بيانـو قد افترض الأفـكارـ الثلاثـة الأولىـ افتراضـاً دونـ أن يستخرجـ هذهـ الأفـكارـ منـ مصادرـاتـ أخرىـ ، وبالتالي قدـ عـدـ هذهـ الأشيـاءـ غيرـ قـابلـةـ للـبرـهـنـةـ عـلـيـهـاـ . وـصـحـيـحـ أـنـ تـنـتـهـىـ إـلـىـ هـذـهـ النـتـيـجـةـ عـيـنـهـاـ ، وـلـكـنـ يـحـبـ أـلـأـنـسـمـ — كـاـ يـقـولـ رسـلـ — بـعـدـ إـمـكـانـ البرـهـنـةـ عـلـىـ مـصـادـرـةـ أوـ فـكـرـةـ إـلـاـ بـعـدـ تـعـلـيـلـ طـوـيـلـ يـقـنـنـاـ وـلـوـ مـوـقـتاـ بـأـنـ البرـهـنـةـ مـسـتـحـيـلـةـ وـقـيـاـ . وـهـذـاـ جـاءـ رسـلـ فـخـاـولـ أـنـ يـسـتـنـجـ بـعـضـ هـذـهـ مـصـادـرـاتـ مـنـ بـعـضـ ، وـأـنـ يـبـرهـنـ عـلـىـ بـعـضـ الأـفـكارـ الـأـولـيـةـ . مـمـ اـهـمـ فـأـوـلـ الـأـمـرـ خـصـوـصـاـ وـتـبـعـاـ لـأـبـحـاثـ فـرـيـجـهـ بـيـانـ مـعـنـيـ كـلـةـ عـدـ ، وـمـعـنـيـ كـلـةـ صـفـرـ ، خـصـوـصـاـ كـلـمـةـ الـأـوـلـىـ ، لـأـنـ عـلـيـهـاـ يـتـوقـفـ كـلـ بـحـثـ فـيـ الـأـسـسـ الـأـوـلـيـةـ لـأـىـ نظامـ رـيـاضـيـ .

### ١٧ — مـعـنـيـ كـلـمـةـ العـدـ :

قلنا إن فـرـيـجـهـ هوـ الذـىـ تـنبـهـ إـلـىـ هـذـهـ مـسـأـلـةـ وـعـرـضـهـ بـشـىـءـ مـنـ الـوضـوحـ فـيـ كـتـابـهـ «ـأـسـاسـ الـحـسـابـ»ـ سـنـةـ ١٨٨٤ـ وـتـنـاوـلـهـاـ مـنـ بـعـدـ فـيـ كـتـابـهـ «ـالـقـوـانـينـ الـأـسـاسـيـةـ الـحـسـابـ»ـ سـنـةـ ١٨٩٣ـ وـخـلـاـصـةـ أـبـحـاثـهـ فـيـ هـذـهـ مـسـأـلـةـ أـنـهـ لـكـيـ نـخـدـ مـعـنـيـ الـعـدـ يـجـبـ أـوـلـاـنـ تـنـيـزـ بـيـنـ الـعـدـ وـبـيـنـ الـكـثـرـةـ . فـالـكـثـرـةـ لـيـسـ هـىـ الـعـدـ بـالـمـعـنـيـ الـحـرـدـ الـرـيـاضـيـ ، فـإـذـاـ كـانـ لـدـنـاـ خـاـسـ مـنـ الـأـشـيـاءـ ، أـوـ مـنـ النـاسـ فـيـانـ هـذـاـ الـخـاـسـ يـكـوـنـ كـثـرـةـ ، وـلـكـنـهـ لـاـ يـكـوـنـ عـدـاـ ؛ إـنـاـ الـخـاـسـ أـوـ الـسـدـاسـ أـوـ الـثـلـاثـ أـوـ التـسـاعـ ، مـثـلـ الـكـثـرـةـ وـمـثـلـ الـعـدـ ٣ـ ، وـلـكـنـهـ لـيـسـ مـثـلـ الـعـدـ نـسـهـ ، وـإـنـاـ ٣ـ هـىـ الـمـلـلـ لـلـعـدـ . فـالـعـدـ أـكـثـرـ تـجـرـيـداـ مـنـ الـكـثـرـةـ . — وـبـعـدـ هـذـهـ التـفـرـقـةـ نـسـطـيـعـ أـنـ نـخـدـ مـعـنـيـ الـعـدـ .

إن أي عدد أخذناه يختلف تمام الاختلاف عن الكثرة المكونة من وحدات قدرها هذا العدد ، فالعدد ثلاثة مثلاً ليس هو الثالوث المكونة من الأب والابن والروح القدس وليس هو مجموع الأضلاع الثلاثة المكونة لأى مثلث أب ، أب ، جب — وكذلك الحال بالنسبة إلى أية مجموعة من المجاميع . ومن هنا يجب أن نميز تمييزاً دقيقاً بين ٣ وبين أي ثالوث من الأشياء التي تميزها في العالم الخارجي لأن ٣ ليست هي أي ثالوث ولكنها الصنف الدال على كل ثالوث واقعى أو يمكن . فلنحاول بعد هذا التمييز بأن نفهم طبيعة العدد وكيف يمكن حده . ويلاحظ أولاً أنه لكي يتيسر حد العدد أو تعريفه لا بد لنا أن نلجم هنا إلى الحد بالمفهوم لا بالصدق ، ذلك لأن الحد بالصدق يمكن أولاً أن يرد إلى الحد بالمفهوم ، ولسنا في حاجة إلى استقراء جميع الأفراد الداخلية في ما صدق شيء مالكي نحده ، فمثلاً سكان القاهرة لسنا في حاجة بل قد لا يكون ممكناً إطلاقاً أن نخصهم فرداً فرداً كي نستطيع أن نحد سكان القاهرة وإنما نكتفى في الواقع بطاقة من هؤلاء السكان بعلمهم تميزين لمفهوم كلمة سكان القاهرة ثم نعمم هذا الحكم بالنسبة إلى جميع السكان ونخمن في هذا إنما نستخدم حدا بالمفهوم لا بالصدق لأننا قد اخذنا واسطة لهذا التعريف بعضاً من الصفات المميزة . وثانياً يلاحظ أن الأمر أوضح بالنسبة إلى الأعداد لأن الأعداد لامتناهية ، فما صدقها إذن لا يمكن حصره بالضرورة فلا يتم إذن تعريف بالصدق بل لا بد أن نلجم إلى التعريف بالمفهوم . فتعريفنا للعدد سيتم بيان الخاصية أو الخواص الرئيسية التي يتميز بها العدد بوجه عام دون إحصاء تجربى واستقراء عملى لكل الأعداد الواقعية أو المكونة . ولكن قوم بهذا التعريف يجب أن نجرب أولاً أي أن نبحث في المجموع المكونة لأعضاء واحدة ونضع كل مجموعة متشابهة مع الأخرى تحت باب واحد ، فالمجموع المكونة لباب واحد ستكون إذن هي المكونة لعدد ما .

فأخذ مثلاً مجموعة السادس وجموعة السبات وجموعه الساعات الح... وكل مجموعة من هذه الجامع تعبر عن عبد معين سيكون هو المدلطلنى الريئى . ولكن لكي تم هذه النطوة بالتا كيد لا بد لنا أن نعرف بأية وسيلة نستطيع أن نحدد أن هذه المجموعة هي بعينها تنسب إلى باب ما . والطريق الأظهر في بادىء الأمر هو أن أقول : أحيى (أعد) كل الأفراد للكونه لهذه المجموعة ، وبعد هذا أدخلها في الباب الذي تنسب إليه وفقاً لمجموع الوحدات الكونه لها . ولكن هذه الوسيلة تستلزم مقدماً أن لدينا فكرة عن المدللات في هذه الحالة تقوم بعملية العد ، وعملية العد تستلزم أننا نفهم مقدماً فكرة العدد ، وعلى هذا فإن عملية العد عملية متأخرة يجب أن تسبق من الناحية النطقية بعمليات أخرى أبسط منها . هذه العملية أو العمليات الأخرى الأبسط منها تقوم على فكرة الإضافات بين الأصناف . فنحن سنسمى كل مجموعة من هذه الجامع باسم صنف class ونسمى أحياناً set ، ويستعمل في الرياضيات أحياناً كلمة aggregate وكلمة manifold ولكن يحسن الاقتصار على كلمة «صنف» .

وقد رأينا في المنطق الرياضي أن ثمة خواص شكلية للإضافات بين الأصناف <sup>(١)</sup> ورأينا منها خصوصاً خاصة التضائف المشترك ، أي الخاصة الموجودة بين صفين يتوقف أحدهما على الآخر أو يرتبط به ارتباط تضائف . فأحياناً يكون أحد الصفين بالنسبة إلى الآخر مشتملاً على عضو واحد ، بينما الآخر يشتمل على أكثر من عضو ، وقد يكون كلاماً مشتملاً على عضو واحد فحسب ، فهلا علاقة الأب بالإبن التضائف فيها بين واحد وكثير ، والعلاقة بين الإبن والأب التضائف فيها بين كثير وواحد ؟ والعلاقة بين زوج وزوجة في الزواج الموحد هي علاقة واحد إلى واحد ، وتسمى مجموعة الأفراد الداخلة في أي صنف من الصفين ، في الأول باسم مجال الصنف ، وفي الآخر باسم

(١) راجع كتابنا « المنطق الصورى الرياضى » ص ٤٨٣—٤٩٣ ، القاهرة سنة ١٩٦٢ .

مجال المعكوس . فثلا في العلة بين الأب والإبن مجال الأب هو مجال الإضافة و المجال الإبن الذي يضم أكثر من عضو هو مجال « معكوس الصلة » converse domain ، وكذلك الحال بالنسبة إلى بقية الأمثلة السابقة . فإذا كان مقدار الأعضاء الداخلة في المجال ومعكوس المجال هو الواحد فإن الإضافة تسمى هنا « متشابهة » أو إضافة المتشابهة . فالصنف الواحد يقال عنه إنه متشابه لآخر إذا كانت هناك إضافة الواحد والواحد ، وأحدهما المجال الآخر المجال المعكوس . ومن الممكن أن يبرهن بذلك هذا :

أولاً : على أن أي صنف متشابه لنفسه ، أي توجد إضافة الواحد والواحد بينه وبين نفسه وهذا طبيعي :

وثانياً : أنه إذا كان بين الصنف والصنف بـ متشابهة فستكون بين الصنف بـ و ا :

وثالثاً : إذا كانت الصلة أو الإضافة متشابهة بين ا و ب ، وهي عينها بين ب و ج ، كانت الإضافة متشابهة أيضاً بين ا و ج . وفي الحالة الأولى تسمى خاصية الإضافة باسم الانعكاس reflection أي تكون معكوسة على نفسها . وفي الحالة الثانية تكون تماثيلية ( أي أن خاصية هذه الإضافة هي التمايز ) . فثلا في حالة « زوج له » فإنه إذا كان على زوج الفاطمة ، فإن فاطمة « زوج » لعلى . وفي الحالة الثالثة خاصة الإضافة هي التعدى فإذا انتقلت الإضافة من ا إلى ب ، ومن ب إلى ج ، انتقلت من ا إلى ج فثلا إذا قلنا ٧ أكبر من ٥ ، و ٥ أكبر من ٢ ، فإن ٧ أكبر من ٢ . وطبعاً هذه الإضافة ليست تماثيلية كما هو واضح .

وعلى هذا نجد أن إضافة المتشابهة تتضمن إذن هذه الخصائص الثلاثة : الانعكاس والتمايز والتعدى . فلانتظر بعد هذا في كيفية تحديد انتساب صنف من

الأصناف إلى مجموعة ما كبرى . فثلا صنف وليسن صنف السادس : كيف ينتمي إلى الصنف ٦ أو إلى المجموعة الكبرى ٦ ؟ لتعيين هذا ننظر في خاصية الإضافة فإذا وجدناها المشابهة كان هذا دليلاً على أن الصنف المذكور ينتمي إلى المجموعة الكبرى المعلومة . فثلا إذا نظرنا في فكرة الأزواج في بلد كاثوليكي فإننا سنجد أن عدد الأزواج سيكون قطعاً هو عدد الزوجات ، وهذا يجعلنا نضيف هذه المجموعة التي هي مجموعة الزوج والزوجة إلى طائفة كبرى هي طائفة العدد ، أو طائفة الأزواج بوجه عام . وكذلك الحال لو نظرنا في أصناف أخرى فإننا نستطيع بواسطة خاصة المشابهة وحدتها أن نعين الصنف الأكبر الذي يتتسن إلى هذه الشيء موضوع بحثنا . فإذا ما استطعنا هذا فإننا نستطيع أن نحدد فكرة العدد على هذا الأساس . فيمكن بعد هذا وبعد التفرقة التي وضعناها في البدء بين المجموعة المعينة وبين العدد أن نحدد العدد بأن نقول أولاً : « عدد أي صنف هو الصنف الشامل لكل الأصناف المشابهة له » فثلا عدد الصنف خمس هو الصنف الشامل لكل المحميات المكننة . وحتى الآن لم نستخدم الكلمة خمسة أي العدد ، وإنما تحدثت بعد عن الأصناف وعد الأصناف لا عن العدد المجرد . ولكن نخطو هذه الخطوة الأخيرة لا بدانا أن نلجم إلى تعريف قد يلتفو الظاهر غير سليم ولكنه سليم في الواقع فنعرف العدد بأن نقول : « العدد هو أي شيء يكون عدداً لصنف ما » . والخطأ الظاهري لهذا التعريف أننا استخدمنا المعرف في التعريف ولكنه خطأ ظاهري فقط ، لأن كلمة عدد الأولى ليست هي كلمة عدد الثانية . فثلا إذا قلنا « الإنسان هو مجموع أفراد الإنسانية » فهذا التعريف سليم مع أننا استخدمنا كلمة « الإنسانية » في التعريف الأصلي . والسؤال هنا هو مسألة استخدام صفة الدلالة على أنها عبارة عن مجموع صفات مختلفة . ظالعده سيكون تبعاً لهذا هو عدد أي صنف ، فثلا ستكون عدد أصناف المحميات ، وعلى هذا فيكون التعريف صحيحًا ، فـ « هي إثنتين شيء » يكون عدداً لصنف المحميات .

و هذا التعريف لا ندرى بعد هل ينطبق على الأعداد المتناهية واللامتناهية على السواء ، بل علينا أن ننظر في الحالة بالتفصيل لكي نبين كيف نستطيع الوصول إلى أي عدد كان . ومن ناحية أخرى كيف نحدد الأعداد كلها ككل بصرف النظر عن أنها كيات متناهية أو لا متناهية . و نحن قد رأينا في الأفكار الأولية عند بيانو أننا نستطيع بواسطتها أن نحدد معنى العدد الطبيعي و سلسلة الأعداد الطبيعية . ف بهذه الأفكار الأولية : الصفر — عدد — تالي ل نستطيع أن نستخرج سلسلة الأعداد الأولية باسرها . ولكن يحسن بنا بعد هذا أن ننظر هل من الممكن إيجاز هذه الأفكار الأولية ومن ناحية أخرى هل يتيسر تحديدها فقد قلنا إنها أولية أي غير قابلة للحد والبرهنة . فلننظر في صحة هذا القول فضلا عن أننا قد وجدنا من ناحية أخرى أن المصادرات أو المبادىء الخامسة التي وضعا بيانو يمكن أن تفسر عدة تفسيرات فعلينا أن نبحث في تحديد هذه المبادىء الخامسة أو المصادرات الخامسة لكي نحصرها على نوع واحد من التفسير . ومن ناحية أخرى علينا أن ننظر فيها علينا نستطيع أن نوجزها أو نسقط بعضها منها لأنها لا مدعاة بعدها . فنقول إننا إذا أردنا مثلا أن نصل إلى العدد ١٠٠٠٠٠ فإننا نستطيع ابتداء من الصفر باعتباره فكرة أولية واعتمادا على فكرة تالي له و فكرة العدد أن نسير خطوة خطوة من عدد إلى تالي له  $+ 1$  وهكذا باستمرار حتى نصل بطريق التجربة إلى العدد ١٠٠٠٠٠ . ولكن هذه الطريقة قد لا تكون متيسرة فضلا عن أنها تجريبية فقد لا تكون متيسرة أو هي بالفعل كذلك فيما يتصل بالأعداد اللامتناهية إذ أن اللامتناهية لا يمكن الفراغ منه . وثانياً إننا نريد تعريفاً يشمل كل أحوال العدد بصرف النظر عن أنه متناه أو غير متناه ، والطريق للوصول إلى هذا هو المصادر الخامسة من المصادرات بيانو ، والتي يقوم عليها الاستقراء الرياضي mathematical induction وهذه قد أخذناها

في البدء على أنها مبدأ ولكننا هنا نريد أن نأخذها على أنها تعريف — أي شيء نبدأ منه . فإذا كانت هناك صفة أو خاصية تتعلق بصفة وتتعلق بعد ما ثم وبالتالي لهذا العدد فإنها تكون منطبقة على كل الأعداد على السواء أي بعبارة أخرى أنها تستطيع ابتداء من الصفر ، وعدد أيها كان نستطيع أن تسميه ، ثم التالي لهذا العدد أن نحكم حكماً عاماً على كل الأعداد الممكنة . وبهذا يتيسر لنا أن نحكم على الأعداد المتناهية واللامتناهية على السواء . ولكن تقوم بهذا بمحض أن قدم أولًا طائفة من التعريفات . فيقال أولًا إن خاصية ما وراثية إذا كانت تنسب إلى عدد ما ثم إلى هذا العدد  $+ 1$  أي وبالتالي له . فتلاً لنفرض أن لدينا العدد  $n$  له خاصية ما فإذا كانت هذه الخاصية تتعلق أيضًا بـ  $n + 1$  فإنها تسمى حينئذ وراثية أي تنتقل من  $n$  وبالتالي لها إلى بقية الأعداد التالية في سلسلة الأعداد التوالية . ويسمى الصنف وراثيًّا إذا كان ع عضواً فيه و  $n + 1$  عضواً فيه كذلك . فإذا اعتبرنا أن  $n$  مثلاً هي العدد  $1000$  فإن جميع الأعداد التالية لـ  $1000$  ابتداء من  $1000 + 1 + 1000 + 1000 + \dots + 2$  ... الخ تكون فيها هذه الصفة وراثية أي ما ينطبق على  $1000$  ينطبق على سلسلة الأعداد التالية ابتداء من  $1000 + 1$  وإذا جعلنا ع صفر فستكون الخصائص وراثية بالنسبة إلى كل الأعداد مادام صفر هو العدد الأول الذي لا يسبقه أي عدد آخر .

والصنف الذي يكون متعلقاً بالعدد كنقطة ابتداء له يسمى صنفًا استقرائيًّا inductive class وسنرى أن الصنف الاستقرائي سيكون من صفر ، وصفر  $+ 1$  ، ثم بقية الأعداد التالية أي في الواقع من كل الأعداد الممكنة . ولكننا لم نصل بعد إلى هذه النتيجة بطريقة منطقية ولننظر في كيفية التعبير عنها بطريقة منطقية وهذا نستطيع القيام به بأن نسميه كتعريف ثان باسم « ذرية العدد » posterity ، وتعرف الذرية بأنها عبارة عن مجموعة الأعداد ابتداءً من عدد ما بالنسبة إلى

الإضافة « سلف له » أو سابق له — فإذا نظرنا بعد هذا في ذرية العدد صفر أي هذا الصنف الاستقرائي لوجدنا أنها تشمل صفر وصفر  $+ 1 + 1 + \dots$  الخ أي سلسلة الأعداد الطبيعية التوالية . وهذا يمكن أن نقوم به بطريقة تجريبية بأن نحدد ذلك على أساس أن نقول إن الأعداد هي ما نصل إليه إذا ما سرنا ابتداء من الصفر خطوة خطوة وهكذا باستمرار . ولكن قولنا خطوة خطوة وهكذا باستمرار ليس تعبيراً واضحأً ولهذا نستبدل به الكلمة ذرية التي هي تعبير منطق واضح موجز يعبر عن هذا المعنى منطقياً . وعلى هذا نستطيع أن نعرف سلسلة الأعداد الطبيعية بقولنا : « الأعداد الطبيعية هي ذرية صفر بالنسبة إلى الإضافة : السالف مباشرة (التي هي معكوسه تال ل) » .

وفي هذا التعريف يظهر أننا عرفنا إحدى الأفكار الأولية التي قال بها بيانو بواسطة الفكرتين الآخرين . فكلمة عدد عرفناها بواسطة صفر وبواسطة تال أو سالف له (والمسألة واحدة) وبهذا تكون قد وفرنا إحدى هذه الأفكار الثلاث ، ومن ناحية أخرى قد وفرنا كذلك مصادرتين من المصادرات المحس لبيانو ألا وها : الأولى والخامسة . وكانتا بهذا قد وفرنا مصادرتين المصادر الأولى والمصدرة الخامسة ؟ أما المصادرة الثانية فلا تزال قائمة ونستطيع أن نعبر عنها في صورة أخرى بأن نقول : كل عدد له عدد طبيعي يتلوه .

وبعد هذا نبحث في تعريف الفكرتين الآخرين : فكرة الصفر وفكرة تال له . ولكن نقوم بهذا نستطيع أولاً أن نعتمد على تعريفنا للعدد حيث قلنا إن العدد هو أي شيء يكون عدداً لصنف ما ، وهذا الصنف سيكون شاملًا لكل الأصناف المشابهة له . فعدد الصفر سيكون إذن عدده صنف بلا أفراد (أو بلا أعضاء) وذلك لأن صنف الصفر لا يشمل أي فرد فهو صنف العدم . وسيكون عدد الصفر إذن هو ذو عضو واحد أو فرد واحد ألا وهو صنف الصفر نفسه وهو صنف

بلا أفراد وفرق كبير بين عدد الصنف وبين الأفراد الداخلة في هذا الصنف .  
فعدد الصنف واحد وهو صنف الصفر أما الأفراد الداخلة في هذا الصنف فمدومة  
أى لا توجد أعضاء لصنف الصفر : ولكن عدد الصفر له صنف واحد هو  
الصنف الذي لا أفراد له . وعلى هذا يمكن أن نعرف الصفر بأنه : « هو الصنف  
الذى عضوه الوحيد هو صنف الصفر ( وهو صنف لا أفراد له ) »

بعـعـد هـذـا أـن نـخـدـدـ فـكـرـةـ الثـالـثـةـ وـالـأـخـيـرـةـ وـهـيـ فـكـرـةـ : « تـالـ لـ »  
ولـتـحـدـيـدـ هـذـهـ فـكـرـةـ نـفـتـرـضـ وـجـودـ صـنـفـ وـلـنـسـمـهـ « ١ـ » بـهـ أـفـرـادـ عـدـدـهـ عـ ،  
وـلـنـفـرـضـ أـنـ لـدـيـنـاـ صـنـفـاـ آـخـرـ وـلـيـكـنـ سـ ، أـفـرـادـهـ لـيـسـ دـاـخـلـةـ فـيـ عـ (أـوـ مـنـ  
بـيـنـ أـفـرـادـ عـ) وـعـلـىـ ذـلـكـ فـيـاـنـ « + سـ » يـكـوـنـ صـنـفـاـ تـالـيـاـ لـصـنـفـ ١ـ .  
وـبـهـذـاـ نـسـتـطـيـعـ أـنـ نـعـرـفـ التـالـيـ لـ بـقـولـنـاـ « التـالـيـ لـعـدـدـ الـمـحـدـودـ فـيـ الصـنـفـ ١ـ » هوـ  
عـدـدـ الـمـحـدـودـ فـيـ الصـنـفـ الـمـكـوـنـ مـنـ ١ـ مـعـ سـ ، حـيـثـ سـ هـيـ أـىـ حدـ لـاـ يـنـتـسـبـ  
إـلـىـ الصـنـفـ ١ـ » (أـىـ خـارـجـهـ) . وـبـهـذـاـ إـذـنـ نـكـوـنـ قـدـ اـسـتـطـعـنـاـ أـنـ نـخـدـدـ بالـدـقـةـ  
وـبـالـتـعـرـيفـ الـأـفـكـارـ الـثـالـثـ الـأـوـلـيـةـ الـتـىـ قـالـ بـهـ يـاـنـوـ كـاـ أـنـاـ اـسـتـطـعـنـاـ أـنـ تـخـلـصـ  
مـنـ مـصـادـرـتـيـنـ مـنـ مـصـادـرـاتـهـ . وـفـيـ وـسـعـنـاـ بـعـدـ هـذـاـ أـنـ تـخـلـصـ أـوـ أـنـ نـفـهـ بـوـضـوـحـ  
مـعـنـيـ جـيـةـ الـمـصـادـرـ ، إـذـ الـبـاقـيـ لـدـيـنـاـ ثـالـثـ . أـمـاـ الـمـصـادـرـ الـقـائـلـةـ بـأـنـ أـىـ عـدـدـ لـهـ  
تـالـ — وـهـيـ الـمـصـادـرـ الـثـانـيـةـ — وـكـذـلـكـ الـمـصـادـرـ الـرـابـعـةـ الـقـائـلـةـ بـأـنـ صـفـرـ لـيـكـنـ  
أـنـ يـكـوـنـ تـالـيـاـ لـأـىـ عـدـدـ فـيـهـمـانـ بـسـهـوـلـةـ وـلـيـسـ فـيـ حـاجـةـ إـلـىـ بـرـهـنـةـ لـكـيـ يـكـنـ  
أـنـ يـدـرـكـاـ بـوـضـوـحـ . وـأـمـاـ الـمـصـادـرـ الـتـىـ تـحـتـاجـ إـلـىـ شـىـءـ مـنـ الـعـنـاـيـةـ فـهـيـ الـمـصـادـرـ  
الـقـائـلـةـ بـأـنـ لـيـكـنـ أـنـ يـكـوـنـ لـعـدـدـ تـالـ وـاـحـدـ ، إـذـ أـنـ ثـمـةـ مـشـكـلـةـ تـنـصـلـ بـهـذـهـ  
الـلـسـائـلـ تـشـأـ حـيـنـاـ نـفـتـرـضـ أـنـ الـأـعـدـادـ مـتـاـهـيـةـ أـوـ إـنـاـ باـزـاءـ كـيـاتـ مـحـدـودـةـ . أـمـاـ إـذـاـ  
كـنـاـ باـزـاءـ كـيـاتـ لـاـ مـتـاـهـيـةـ أـوـ عـدـدـ لـاـ نـهـائـيـ فـيـاـنـ الـمـشـكـلـةـ لـاـ تـقـومـ لـأـنـاـ إـذـاـ فـرـضـنـاـ  
أـنـ لـدـيـنـاـ عـدـدـنـ وـأـنـ الـكـيـاتـ لـاـ مـتـاـهـيـةـ فـيـاـنـ نـسـتـطـعـ باـسـتـمـارـ أـنـ نـفـتـرـضـ أـنـ ثـمـةـ

أعداداً خارجة وبالتالي فإننا إذا فرضنا أن إحدى السكبيات هي  $1$  والأخرى بـ  $1 + 1$  سيكون عدداً آخر غير  $1 + 1$  ، لأن منه أعداداً أخرى خارجة مادامت الأعداد لامتناهية اللهم إذا كانت  $1 = 1$  . ولكن إذا كنا يزاهم أعداد متناهية ، بأن كان قدر الأعداد هو  $10$  مثلاً ولا شيء خارجها فإن العدد التالي لـ  $10$  سيكون  $11$  ولا وجود له أى يساوى صفر . وكذلك العدد التالي لهذا العدد وهو  $12$  سيكون بلا أفراد ، فسيكون إذن صفرأً ، وإنذن ستكون  $11 = 12$  ، ومن هنا سيكون التالي لعددين هما  $10$  و  $11$  عدداً واحداً وهو صفر الصفر .

ومن هذا يتبيّن إذن أن هذا المبدأ الثالث من مبادىء بيان المخسدة لا يكون صحيحاً إلا إذا كانت سلسلة الأعداد لامتناهية ؛ فلنفترض أنها الآن لامتناهية . والنتيجة لهذا كله إذن أنها قد استطعنا أن نحدد معنى الأفكار الأولية الثلاثة التي قال بها بياناً كما استطعنا من ناحية أخرى أن نحدد المبادىء المخسدة وأن نرد ببعضها إلى بعض . وفي وسعنا بعد هذا أن نحدد كل المسائل الرياضية مهما ارتفعت درجتها في التطور والتجزيد والتعقيد ، ما دمنا نرى أن الرياضيات تقوم بأسرها على الحساب ، والحساب يقوم كله على فكرة الأعداد الطبيعية . وليس من الصعب بعد هذا أن تطبق هذه التعريفات في الرياضيات العليا وفي بقية أجزاء الرياضة مما ليست بحساب أو بجبر أو ب الهندسة مستوى كما بيّن ذلك رسول في كتابه : « مبادىء الرياضيات » .

وفي وسعنا بعد هذا أن نعمم هذه القاعدة التي وصلنا إليها وهي قاعدة الاستقراء الرياضي . ويكفي من أجل هذا أن ندل إلى بالتعريفات التالية التي وضعتها غيريجه وهي أن نفترض خاصة مثل «  $F$  » فتجد :

١ — **الخاصة** : يقال عنها إنها «ف» وراثية في حالة ما إذا كانت تنسب إلى الحد «س» ، و «س» له إضافة «ف» بالنسبة إلى ص ، فيتها تنسب إلى «ص» .

٢ — **والصنف يكون ف** — وراثياً إذا كانت خامته المحددة «ف» — وراثية .

٣ — **والحد «س»** يقال إنه ف — سلف الحد «ص» إذا كانت «ص» لها كل خاصة ف — وراثية تملّكها «س» بشرط أن تكون «س» حداً له إضافة «ف» إلى شيء ما ، أو يكون ثمة شيء له بالنسبة إليه الإضافة «ف» .

٤ — **وذرية «ف»** للحد «س» هي كل الحدود التي يكون فيها «س» «ف — سلفاً» .

وعلى هذا فالاستقراء الرياضي يقوم إذن كما يقول رسول على أساس تعرifications تفترض افتراضياً . وليس بصحيح إذن ما ذهب إلى الرياضيون من قبل في أوآخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن وعلى رأسهم بوانكاريه من أن ثمة مبدأ يقوم عليه الاستقراء الرياضي : مبدأ سماه بوانكاريه باسم «البرهان بالإنابة» *raisonnement par recurrence* فلا يوجد مثل هذا المبدأ للتسلسل الذي يزعمه بوانكاريه ، فكل هذه تحديقات لم تصل إلى فهم طبيعة البرهنة الرياضية وإنما المسألة تقوم على أساس تعرifications نصها في البدء ، ثم نستنتج منها كل ما يتلوه . وليست الرياضيات إذن غير طائفة من التعرifications التي نصها أولاً ثم نستخلص منها فيما بعد كل الخواص التي يمكن أن تستخلص . وعلى هذا فكما يقول رسول إن الاستقراء الرياضي معناه بطريقة عامة شعبية أن من الممكن أن يطبق ما ينطبق على سلسلة من المسائل ، على صلة الأولى بالأخر ،

تعني أنه ما دمت نستفتح من التوالي، فإننا نستنتج أبطأً من نقطة البدء، إلى نقطة النهاية. فإذا كانت نقطة البدء، «صفر» ونقطة النهاية عدداً ما على أساس افتراض أن الأعداد لامتناهية، فإن ما ينطبق على الأعداد المتسالية ينطبق بالتألّي من الصفر إلى هذا العدد المفروض. ويصور هذه المسألة بقطار مركب من عربات كثيرة فإذا أعطت القاطرة الدفعـة الأولى تحركـت أولـى العربـات ثمـ التـالية وهـكـذا حتـى نصلـ فيـ النـهاـيـة إـلـى تـحـركـ العـربـة الـأخـيـرـة؟ فـكـأنـ الحـركـة الـتـي تعـطـيـهاـ القـاطـرةـ الـعـربـةـ الـأـوـلـىـ تـنـتـقـلـ إـذـنـ مـنـ القـاطـرةـ إـلـىـ العـربـةـ. وـكـذـلـكـ الـحـالـ هـنـاـ فـيـ حـالـ الـاـسـتـرـاءـ الـرـيـاضـيـ فـكـأنـ مـاـ يـنـتـبـقـ عـلـىـ الـعـدـدـ الـأـوـلـ فـيـ صـلـتـهـ بـمـاـ يـتـلـوـهـ يـنـتـبـقـ عـلـىـ هـذـاـ عـدـدـ الـأـوـلـ فـيـ صـلـتـهـ بـالـعـدـدـ الـأـخـيـرـ. هـذـاـ إـذـاـ اـفـتـرـضـنـاـ الـأـعـدـادـ مـتـنـاهـيـةـ. أـمـاـ إـذـاـ اـفـتـرـضـتـ لـامـتـنـاهـيـةـ فـيـجـبـ أـنـ بـحـثـ عـنـ مـبـدـأـ آـخـرـ هـوـ ذـلـكـ الـذـيـ قـالـ بـهـ كـنـتـورـ Cantorـ فـيـ فـكـرـةـ الـلـامـتـنـاهـيـاتـ أوـ مـاـ بـعـدـ الـمـتـنـاهـيـ.ـ

## ١٨ — الترتيب :

فـكـرـةـ التـرـتـيـبـ مـنـ الـأـفـكـارـ الرـئـيـسـيـةـ فـيـ كـلـ الـرـيـاضـيـاتـ، إـذـ قـوـمـ كـلـهـاـ فـيـعـداـ بـعـضـ أـحـوـالـ قـلـيـلـةـ عـلـىـ أـسـاسـ هـذـهـ الـفـكـرـةـ. وـلـيـسـ الـأـمـرـ مـقـصـورـاـ عـلـىـ الـأـعـدـادـ الصـحـيـحةـ بـلـ وـأـيـضـاـ يـنـتـبـقـ عـلـىـ الـأـعـدـادـ الـكـسـرـيـةـ وـالـأـعـدـادـ السـالـيـةـ وـالـأـعـدـادـ التـنـعـيـلـةـ فـيـ بـعـضـ الـأـحـوـالـ. كـاـ يـلـاحـظـ أـنـ هـذـهـ الـفـكـرـةـ تـلـعـبـ أـخـطـرـ دـوـرـ كـذـلـكـ فـيـ السـكـيـاتـ التـنـصـلـةـ، فـالـنـقـطـةـ فـيـ تـرـتـيـبـهاـ بـعـضـهاـ إـلـىـ بـعـضـ فـيـ الـمـسـتـوىـ لـاـ بـدـ أـنـ تـخـضـعـ لـتـرـتـيـبـ خـاصـ وـوـقـفـاـ لـهـذـاـ تـرـتـيـبـ تـقـومـ وـظـيـفـتـهاـ. وـكـذـلـكـ الـمـسـتـقـيـاتـ الـمـقـاطـعـةـ فـيـ نـقـطـةـ مـاـ، لـاـ بـدـ أـنـ تـخـضـعـ أـيـضـاـ لـتـرـتـيـبـ، وـالـتـرـتـيـبـ فـكـرـةـ اـعـتـبـارـيـةـ خـالـصـةـ، أـمـيـ لـيـسـ هـنـاكـ تـرـتـيـبـ يـحـبـ أـنـ يـؤـخـذـ دونـ أـيـ تـرـتـيـبـ آـخـرـ، إـنـاـ الـأـمـرـ يـتـوـقـفـ عـلـىـ وـجـهـ نـظـرـ الـشـخـصـ الـرـتـبـ لـاـ عـلـىـ

الأشياء المترتبة في ذاتها . فإذا نظرنا مثلاً في الأعداد الطبيعية وجدنا أن من الممكن أن ترتب على أساس صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، . . . الخ أو على أساس البدء بالأعداد الفردية ، ثم تلوها بالأعداد الزوجية : أو البدء بعدد زوجي ثم بالأعداد الفردية التي هي مضاعف العدد ٣ مرات وهكذا باستمرار . وكذلك الحال في تحديد النقط في المستوى : قد تكون النقطة متحدة بإحداثيات قوامها أعداد صحيحة أو تكون محددة بإحداثيات ذات قيم كسرية ، وأحياناً بإحداثيات قوامها كميات صماء . . . إلى آخره . فالأمر إذن أمر وجهة النظر التي ننظر من خلالها إلى الترتيب وليس الأمر إذن متعلقاً بالأشياء المترتبة في ذاتها .

ولتحديد خاصة الترتيب لا بد لنا أن نراعى صفات معينة ، وهذه الصفات يمكن أن تستنتج من النظر في الإضافة « سابق وتأل ». فإذا نظرنا في هذه الإضافة وجدنا أنها تتصف بالصفات الثلاث التالية :

١ - أنه إذا كانت  $A$  سابقة على  $B$  ، فلا يمكن أن تكون  $B$  سابقة على  $A$  وكذلك إذا قلنا مثلاً :  $A$  أكبر من  $B$  - فلا يمكن أن تكون  $B$  أكبر من  $A$  أيضاً .

ولكن ثمة أحوالاً ترتد فيها الإغاثة على نفسها ، في حالة الآخر مثلاً :  
إذا كان  $A$  أخاً لـ  $B$  ، فإن  $B$  أخ لـ  $A$  . فالخاصة تسمى لا تماثيلية في الحالة الأولى ، وفي حالة الآخر تعتبر تماثيلية .

٢ — وإذا كانت  $A$  سابقة على  $B$  ،  $B$  سابقة على  $H$  ، فإن  $A$  سابقة على  $H$  . وكذلك الحال إذا قلنا  $A$  أكبر من ... إلى آخر هذه الإضافات التي إذا انتقلت من  $A$  إلى  $B$  ومن  $B$  إلى  $H$  انتقلت أيضاً من  $A$  إلى  $H$  . وهذه الإضافة هي الإضافة التعدية

٣ - ثالثاً : لا بد أن يكون أحد العددين سابقاً والآخر تالياً ، في هذه الإضافة . وكذلك الحال إذا ما أخذنا أي عددين فلابد أن يكون أحدهما أكبر من الآخر . هذا في حالة الأعداد الحقيقة ، أما في حالة الكميّات التخييلية المركبة فليست الحال كذلك . وإذا نظرنا في لحظات الزمن فلابد أن تكون إحدى اللحظات أكثراً بكوراً من لحظة أخرى ، ولكن بالنسبة إلى حادثتين قد يكونان في حالة معاية *simultaneität* ، فإذا كانت الإضافة تقتضي أن يكون أحدهما بالضرورة سابقاً والآخر لاحقاً سميت في هذه الحالة مرتبطة . فهذه الخواص الثلاثة هي التي إذا توافرت كونت تركيباً مرتباً ، وكل ترتيب لا بد وبالتالي أن يكون متصفاً بهذه الخواص الثلاث . فإذا أخذنا مثلاً سلسلة الأعداد الطبيعية ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ . . . الخ ونظرنا في الإضافة « أقل من » وجدنا أنها تتصف بهذه الخواص الثلاث : فهي أولاًً لامائية لأنه إذا كانت ١ أقل من ٢ ، فإن ٢ ليست أقل من ١ ، وهي ثانياً متعددة لأنه إذا كانت ١ أقل من ٢ ، و ٢ أقل من ٣ ، فإن ١ أقل من ٣ ، وهي ثالثاً مرتبطة فأحدها أكبر من الثاني في أي زوج أخذناه منهما .

### ١٩ - أنواع الأعداد :

انتهينا فيما تقدم إلى تعريف العدد ثم تعريف الترتيب ثم تعريف الترتيب ، ولكننا لم نتوسّع بعد في معنى العدد بل اقتصرنا تقريباً في كل نظرنا على العدد الطبيعي . فعلينا الآن أن ننظر نظرة إجمالية عامة في كيفية تعريف بقية امتدادات فكرة العدد وهي : الأعداد السالبة والموحدة ، ثم الأعداد الكسرية ، ثم الكميّات الصماء *irrationnelle* ثم الكميّات التخييلية المركبة .

وحتى عهد رسول وفريجيه لم تكن هذه الامتدادات قد حلّت تحليلياً دقيقاً

بل أخطأ الباحثون في تحليل معناها لأنهم ظنوا أنها ليست سوى أنواع داخلة تمت جنس واحد، ويمكن رد بعضها إلى بعض في نهاية الأمر، فقلوا عن العدد الموجب إنه ليس شيئاً آخر غير العدد الذي يغير علامة فثلاً العدد  $1 + 1$  هو عينه العدد  $1$ . وقالوا عن الكسور إذا كان المقام فيها العدد  $1$  إنها هي عينها الأعداد الصحيحة المكونة للبسط، فثلا  $\frac{1}{1}$  هي عينها . والأعداد أو الكثيارات الصماء هي الكثيارات الجذرية أو المخطية rationnelle وذلك لأن العدد الأصم  $\sqrt{2}$  هو عينه كسر بين كسرين أحدهما أكبر منه والآخر أصغر منه. ولنأخذ مثلاً النسبة التقريرية  $\sqrt[3]{14159}$  فهذا العدد الأصم هو عبارة عن عدد كسرى أصغر من  $\sqrt[3]{1416}$  وأكبر من  $\sqrt[3]{1415}$  .

وعلى هذا جعلت الأعداد الصماء نوعاً يدخل ضمن الأعداد الكسرية وبالتالي الأعداد الصحيحة . وتكون من مجموع هذه الأعداد كلها : الصحيحة والموجبة والسلبية والكسرية والصماء ما يسمى بمجموع الأعداد الحقيقة *real numbers* وذلك في مقابل النوع الآخر من الأعداد وهو الأعداد التخيلية المركبة . والأعداد التخيلية المركبة هي عبارة عن عدد تخيلي مع عدد حقيقي ، والمعدل التخيل هو عبارة عن جذر أي عدد سالب . ونشرح هذا قليلاً فنقول : إن جذر العدد السالب  $\sqrt{-1}$  جذر  $-1$  وهذا هو ما نسميه باسم المدار التخيلي ومعنى هذا أن  $\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = \sqrt{-1} - 1$  وعلى هذا فإن  $\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = \sqrt{-1} - 1 = -1$  . وفي استطاعتنا بعد هذا أن نحدد مقدار  $\sqrt{-1}$  بواسطة جذر  $\sqrt{-1}$  لأن المراد في النهاية الوصول إلى  $\sqrt{-1}$  بوصفه الوحدة التخيلية .

فإذن الوحدة ستكون جذر  $1 - \sqrt{1}$  (١ - جذر ١) ولنرمز لها بالحرف ت

فإذا بحثنا بعد هذا في قوى الوحدة التخيلية وجدناها :

$$T^2 = 1 \quad T^3 = -T$$

$$T^4 = 1 + T$$

$$T^5 = T + 1$$

$$T^6 = 1 - T$$

$$T^7 = 1 + T \quad T^8 = -T$$

وتستمر العملية على التوالي في دورات رباعية . والأعداد التخيلية المركبة هي التي يكون فيها جزء حقيقي وجزء تخيلي مثل  $1 + T$  ، وتسمى الكيتيان التخيليات المركباتان اللتان لا تفترقان إلا بواسطة العلامة السابقة على الجزء التخيلي بأنهما كيتيان مترافقتان conjugate وجمع وضرب الكيتيات التخيلية المركبة المترافقية سنصل إلى كيتيات حقيقة . فنلأ إذا جمعنا :

$$1 + T + 1 - T = 12 \quad (\text{وهو عدد حقيقة})$$

وكذلك إذا ضربنا الكيتيتين فأصبحتا

$$1 + T \times 1 - T = 1 - T + 1 + T = 1 + 1$$

$$= 12 \quad (\text{وهي كمية حقيقة})$$

والقسمة تم كايلى — وستعمل دائمًا في تحويل كسر مقامه تخيلي إلى كسر آخر مقامه حقيقي وذلك يتم بضرب البسط والمقام في مراافق المقام : —

---


$$(1) \quad 1 - (T) = 1 - [1 - T] = 1 - (1 - T) = 1 + T$$

$$\frac{t^2 - 2t - 8}{t^2 - 12t + 9} = \frac{(t-4)(t+2)}{(t-3)(t-3)} = \frac{t+2}{t-3}$$

$$\frac{+ + + + +}{17+9} = \frac{+ + + + +}{17+9} =$$

$$\frac{7-2}{5} = \frac{5-1}{2}$$

$$1 = \overline{1} \times \overline{1}$$

ويضرب كلا الطرفين في (١١١) إذن ينتج

$$|x| = \bar{v} \times \bar{v} \times \bar{v} \times \bar{v}$$

$$1 = (1 - \lambda \times \bar{\lambda})$$

$$\overline{1-v} \times \overline{1v} = 1 - v$$

ونستطيع بعد هذا — وفقاً لما وصلنا إليه من تحديدات حتى الآن لمعنى العدد والإضافات وخصائص الإضافات — أن نعرف هذه الأنواع من الامتداد للعدد تعريفات دقيقة وفقاً لفكرة الإضافة وخصائص الإضافة خصوصاً فكرة التضاد المشترك ، ولنبدأ بالأعداد السالبة والوجبة فنقول : إننا لو فرضنا عددين أحدهما موجب والآخر سالب ولتكن الواحد  $+1$  والآخر  $-1$  فمن الواضح أولاً أن مجال أحدهما معكوس مجال الآخر ، ومن الواضح ثانياً أن العدد  $+1$  هو الإضافة الموجودة بين ع  $+1$  وع  $+6$  ، مع افتراضنا أن ع أي عدد ، وأن العدد  $-1$  هو الإضافة الموجودة بين ع  $+6$  وع  $+1$  ، وبتعتيمينا لهذه القاعدة فإننا نستطيع أن نقول إننا لو أخذنا  $+m$  فإنه يعرف بأنه الإضافة القائمة بين

ع  $+ m$  ع و  $- m$  هي الإضافة الثالثة بين ع  $+ m$  . والشاهد في هذه الإضافة أنها متصفة بصفة التضاد المشتركة على أساس الواحد والواحد ، لأنها نسبة ثابتة فائمة دائمًا بين ع  $+ m$  ع ، أو في حالة السلب بين ع و ع  $+ m$  . وفي هذا كله يشاهد أن  $+ m$  أو  $- m$  تدل على إضافة ولا تدل على عدم مفرد قائم بذاته ، ومن هنا الاختلاف بين  $+ m$   $\neq m$  أو  $+ 1 \neq 1$  إلى آخره . فالواقع أن ثمة فارقًا كبيراً بين  $+ m$  و  $m$  وهذا ظاهر من كون الأول إضافة والثاني ليس بإضافة .

٣٠ — ولنبحث بعد هذا في الأعداد الكسرية وهي تكون طائفة أكبر أهمية من الناحية النطقية من طائفة الأعداد السالبة والمحببة وقد يحيطها خصوصاً من ناحية المقياس هو يتهدى في كتاب "Principia Mathematica" ولكن رسائل يحاول أن يعرفها من ناحية ما هي عليه لامن ناحية وظيفتها الأصلية في المقياس لأن الأصل في استخدام الكسور هو استخدامها في المقياس ، ولتعريفها — ولنفرض الكسر  $\frac{m}{n}$  — نقول إن الكسر هو الإضافة الموجودة بين س و ص بحيث تكون  $m = ns$  . ولو نظرنا في هذه الإضافة وجدنا أنها إضافة ثابتة متصادفة مشتركة من نوع الواحد والواحد ؛ هذا بشرط ألا تكون س أو ص العدد صفر ، وفيما عدا هذا كما سيتبين بعد قليل نجد دائمًا أن الكسر  $\frac{m}{n}$  هو الإضافة الموجودة بين س ، ص بحيث تكون  $m = ns$  . فإذا نظرنا بعد هذا في الكسور التي يكون المقام فيها العدد ١ فإننا سنجد أن الكسر  $\frac{m}{1}$  هو الإضافة الموجودة بين س و ص بحيث تكون  $m = ns$  أو العكس  $s = m$  . ومن الواضح أن هذه الإضافة متصادفة مشتركة وأنها من نوع الواحد والواحد لأن القيم هنا متعينة أو معلومة ، بينما العدد  $m$  فقط

لا يعبر عن أية إضافة بل هو عدد مفرد ، فليس ب صحيح  $\frac{1}{1}$  لأن الكسر التي تكون مقاماتها الوحدة هي بعدها البساط .

أما إذا كان الكسر بسطه صفر على صورة  $\frac{1}{m}$  فإنه يعبر عن إضافة وهذه الإضافة قيمتها صفر ، ولكن هذا الصفر ليس هو الصفر الجد الأعلى للأعداد إنما يعبر عن نسبة لو أخر جنبا مقدارها الأتت صفرأ ، وهذه الإضافة في هذه الحالة إضافة ثابتة متضافية مشتركة ولكنها من نوع الواحد والكثير one-many . أما إذا جعلنا الصفر هو المقام على الصورة  $\frac{1}{m}$  فإن لدينا هنا نسبة لا يمكن أن يعبر عنها بأى عدد متناه و بذلك تسمى باللانهاية ويرمز إليها هكذا  $\infty$  وهذا يلاحظ أن الامتناهي هنا هو الامتناهي المستخدم عادة في القيم الرياضية وقيمة ضئيلة جدا حتى أن المكن استبعده — بخلاف الامتناهي البكتوري فهذا على أخطر درجة من الأهمية في الرياضيات ولو لا ضيق المقام لتجدهنا عنه . ومن المشاهد جليا أن الكسر في هذه الحالة يعبر عن إضافة ثابتة مشتركة من نوع الكبير والواحد . ولو نظرنا بعد هذا في قيمة الكسور من حيث الكبير والصفر فإننا سنجد أنها هنا أيضا يازاء إضافات ولكنها إضافات لا يمكن أن نجد بعدها تاليها مباشرا ، فإذا أخذنا مثلا  $\frac{1}{m+n}$  بحيث يكون الكسر  $\frac{1}{m}$  أقل من الكسر  $\frac{1}{n}$  فإننا سنجد دائمأ أنه لا يد من وجود كسر متوسطة بين أى كسرين أخذتهما مهما كان من قرب تساويهما بحيث لا يمكن الفراغ من النسبة القائمة بينهما . والدليل على ذلك أن  $\frac{m+n}{m+n+1}$  هو أكبر من  $\frac{m}{m+n}$  وأقل من  $\frac{n}{m+n}$  . وهذا ما يسمى باسم الامتناهي وفقا لما هو معروف في الامتناهي العادى غير البكتوري باسم بديهية الامتناهي . وتسى السلسلة التي من هذا النوع باسم السلسلة المكتظة compact أي التي يوجد بعدها دائمأ وإلى ما لا نهاية .

كسور أياً ما كانت هذه الكسور ومهما اقترب التساوى بين كسر وكسر آخر.

٢١ — وهنا يصل إلى القسم الثالث الذى هو أطرف هذه الأنواع وهو الأعداد الصماء. وقد اكتفىت أولاً عن طريق الهندسة حينما بحث فيثاغورس في قطر المربع لكي يقيسه فوجد أن هذا القطر يتحدى في قياسه أحياناً كل الحساب وذلك حينما يكون الضلع مساوياً للوحدة. فإن القطر في هذه الحالة يساوى  $\sqrt{2}$ ، ولا نستطيع أن نستخرج كسرأً أياً كان يعبر عن  $\sqrt{2}$  ومن هنا سمى بالعدد الأصم. وقد برهن على استحالة وجود هذا الكسر إقليدس في المقالة الثالثة عشرة من كتاب أصول الهندسة ، القضية رقم ١١٧ والبرهان واضح بسيط ولذا يجب أن نعرضه.

البرهان : لنفرض أن جذر العدد ٢ هو  $\frac{m}{n}$  ، فإننا سنجد أن  $2 = \frac{m^2}{n^2}$   
إذن  $m^2 = 2n^2$

$\therefore m^2$  عدد زوجي

$\therefore m$  عدد زوجي لأن مربع أى عدد فرد يحب أن يكون فردياً كذلك.

$\therefore m^2$  تقبل القسمة على ٤ لأننا لوفرضاً أن ص نصف  $m$

فإن  $m$  ستساوي ٢ ص ، إذن  $m^2 = 4 \text{ ص}^2$  ، إذن  $2n^2 = 4 \text{ ص}^2$

إذن  $n^2 = 2 \text{ ص}^2$  إذن  $n = \sqrt{2} \text{ ص}$  فـ

$\therefore$  ستكون إذن الجذر التربيعي للعدد ٢

وبالمثل نستطيع بالاستمرار في البرهان أن نفرض أن  $n = 2k$  إذن  $n^2 = 4k^2$

$\therefore 2 \text{ ص}^2 = 4k^2 \therefore \text{ ص}^2 = 2k^2 \therefore 1 = 2k^2$

وفي كل هذه الأحوال نجد دائمًا أنها منها قسمنا البسط أو التقام على ٢ فإننا سنستمر خلال سلسلة لا تنتهي من الأعداد التي تقسم على ٢ ولكن هذا مستحيل لأن أي عدد زوجي يقسم على ٢ ، لابد بعد عدد متناه من العمليات أن يفضي إلى عدد فردي . إذن لا يوجد مثل هذا الكسر ، إذن لا يمكن أن يوجد مقدار مشترك هو  $\frac{1}{2}$  ، إذن لا يوجد جذر للمعدل ٢ .

ويقدم إقليدس برهانًا آخر أبسط من هذا بأن يقول : لنفرض أن الكيتين المشتركتين  $a$  و  $b$  :  $a$  الصatum ،  $b$  القطر . فلتزد هاتين الكيتين إلى أدنى قيمهما ، وذلك بالإتيان بالقاسم المشتركة الأعظم وقسمته على كل من العددين فنصل حينئذ إلى عددين أحدهما أولى بالنسبة إلى الآخر ، أي إذا كان أحدهما فرداً فالآخر زوج والعكس بالعكس .

$$\text{البرهان : (تبعاً لنظرية ٢٩)} \quad b^2 = a^2$$

$$\therefore b^2 = \text{عدد زوجي}$$

$$b = \text{عدد زوجي}$$

ولكن لابد أن تكون  $a$  في هذه الحالة — ماقامت  $b$  عدداً زوجياً — عدداً فردياً . ولما كانت  $b$  عدداً زوجياً فيمكن أن يرمز إليها بالرمز  $2^u$  . وعلى هذا فإن :

$$(2^u)^2 = a^2 \quad \therefore \quad a^2 = 2^{2u}$$

$$\therefore a^2 = 2^{2u} \quad \therefore \quad a^2 \text{ عدد زوجي} \quad \text{إذن} \quad \text{عدد زوجي} .$$

ولتكنا قلنا من قبل أنه عدد فردي — وهذا خلف ، إذن الفرض الأصل غير صحيح وهو أن تكون  $a$  بمشتركتين ، إذن هما غير مشتركتين .

وقد ظهر هذا البرهان وهذه النتيجة وكأنهما تحدّد من الطبيعة للرياضيات يائياً بها أنه ليس من الممكن رد كل شيء إلى تعبير بلغة أو بدلة واحدة ، وكانت المسألة قد نشأت في البدء عن اعتبارات هندسية من حيث إيجاد قطر المربع الذي يكون ضلع المربع فيه يساوى الوحدة ، ولكنها امتدت في العصور الحديثة إلى الجبر فأصبحت جزءاً من التحليل . فلذلك يمكن استخراج  $\sqrt{2}$  علينا أن نفترض في هذه الحالة أن  $\sqrt{2}$  مجموعه من النسب يكون مربعها أقل من 2 وإذا أخذنا أي مقدار ليكون الفارق بين العدد 2 وأخر مربع كسر نصل إليه مما يكون لزيال أقل 2 ولتكن هذا المقدار مثلاً واحد على تريليون — فإنه لابد أن يستمر هذا الفارق موجوداً باستمرار . كأننا إذا أتينا بكسور بطريقة تنازيلية لكي نصل إلى جذر العدد 2 فإن الحد الأدنى لمربع هذه الجذور سيكون دائماً أكبر من العدد 2 ، وهكذا لو أتنا أحطنا جذر العدد 2 بمحبل بدور حواليه فإننا لن نصل إطلاقاً إلى تحديد هذا المقدار وهو  $\sqrt{2}$  .

ومن هنا نستطيع أن نمثل هذه الحالة بوجود سلسلتين : إحداهما تصاعدية مهما علونا فيها فلن يزيد مربع آخر كسورها عن العدد 2 كأن  $\sqrt{2}$  سلسلة أخرى تنازيلية لن يقل الأدنى من كسورها عن العدد 2 . ومن هنا قسم Dedekind الأحوال الممكنة في هذه النقطة أي نقطة جذر 2 أو ما يشبهها بأن سمي هذه النقطة باسم الشق ، وسي سمى فيما بعد باسم الشق الديكيني . ويمكن أن تكون له أحوال أربع :

١ — أن يكون للكمية العليا حد أدنى ، وأن يكون للكمية الدنيا حد أعلى ؛ وهذا لا يتيسر إلا بالنسبة للأعداد المترتبة أي الأعداد الطبيعية في ترتيبها الطبيعي : فمثلًا بالنسبة إلى العدد 5 في ترتيب الأعداد الطبيعية ستكون هي بعينها الحد الأدنى للسلسلة العليا ، وستكون هي الحد الأعلى بالنسبة إلى السلسلة الدنيا .

٢ — أن لا يكون للعليا حد أدنى ، ويكون للدنيا حد أعلى .

٣ — أن يكون للعليا حد أدنى ، ولا يكون للدنيا حد أعلى .

٤ — أن لا يكون للدنيا حد أعلى ، ولا للعليا حد أدنى ، وهذه الحالة الأخيرة هي الخاصة بالأعداد الصماء . ويمكن أن نسمى السلسلة الدنيا باسم « القطاع » segment فإذا كان له حد كان ذلك عدداً حقيقياً ، وإن لم يكن له حد كان ذلك عدداً أصماً . ومن هنا نستطيع أن نعرف الأعداد الحقيقة والأعداد الحقيقة الصماء والأعداد الحقيقة الجذرية كالتالي :

العدد الحقيقي هو المكون من قطاع لسلسلة من الكسور تترتب وفقاً للنقدار .

والعدد الحقيقي الأصماً هو القطاع الذي لا يكون له حد .

والعدد الحقيقي الجذرى هو المكون من القطاع الذي يكون له حد .

و هنا نصل أخيراً إلى الأعداد التخيلية فيجد أن الأصل في إيجادها هو حل المعادلات . فنحن نريد أن يكون في وسعنا أن نستخرج جذرين للمعادلات التي من الدرجة الثانية ، وثلاثة جذور للمعادلات التي من الدرجة الثالثة وهكذا ... ولكن إذا اقتصرنا على الأعداد الحقيقة لم نستطع . فمثلاً المعادلة  $x^3 + 1 = 0$  صفر ، لا نجد لها أى جذر هو عدد حقيقي .  $x^3 + 1 = 0$  .  $x = 0$  .

$\therefore x = -1$  . و  $-1$  عدد تخيلي وليس عدداً حقيقياً .

وكذلك إذا أخذنا المعادلة الآتية من الدرجة الثالثة  $x^3 - 1 = 0$  صفر فإن هذه ليس لها غير جذر واحد .

$$س = صفر + ١ \quad \therefore س = ١ \quad \therefore س = ١$$

فاستخراج الجذرين الباقيين لن يتم إلا باستخراج الأعداد التخيلية .

ونستطيع أن نعرف وفقاً لما قلناه العدد التخييلي بأنه هو زوج مرتب من الأعداد الحقيقية . فيتصف إذن بالخواص التالية : أنه مكون من عددين حقيقين . وثانياً : أن أحد العددين لا بد أن يسبق الآخر بالضرورة لأن الزوج مرتب . وأنه لكن يكون أى عددين تخيليين متساوين فيجب أن يكون العدد الحقيق في القسم الأول هو عينه العدد الحقيق في القسم الأول من الكمية الثانية وأن يكون العدد الحقيق في القسم الثاني هو عينه العدد الحقيق في القسم الثاني من الكمية الأخرى ويمكن تمثيل الأعداد التخيلية بواسطة المندسة ، كما بين هذا كلفورد في كتابه *Common sense of the exact sciences*

٢٣ — وبهذا كله نكون قد بينا النظرية الجديدة للفلسفة الرياضيات وطريقة البرهنة فيها . ويلاحظ عليها ما يلى : أولاً أن الرياضيات تقوم كلها على أساس طائفة قليلة من الأفكار الأولية والمبادئ البسيطة التي تفترض افتراضياً بصفتها تعريفات . ثانياً أن الرياضيات في تكوينها لا تخضع لأى شيء آخر غير العمليات المنطقية وليست الرياضة في الواقع غير ناء لمنطق سابق . ثالثاً أن الاستدلال يتم في هذه الحالة وفقاً لما في التعريف ولا يخرج عنه إطلاقاً ، وبعبارة أخرى أن هاهنا تحصيل حاصل مستمراً وليس ثمة أية جدة والأمر متوقف على المفترضات وهي توضع دائمًا في صيغة الشرط : إذا كان كذا كان كذا ، ومادامت الرياضيات تقوم في مقدماتها على قضايا شرطية فالرياضيات كلها شرطية تخيلية مجردة لا صلة لها بالحقيقة الواقعية يمكن أن تنطبق أو لا تنطبق في العالم الخارجي وستكون كلمنطق سواء بسواء وليس ثمة من فارق بين المنطق والرياضية اللهم إلا في أن الرياضة تطور للمنطق ،

فالنطق هو الرياضة في دور الطفولة ، والرياضة هي المنطق في دور الرجولة — على حد تعبير رسول .

وبهذا تكون النظرية الجديدة قد فضت على كل هذه التخوصات حتى فإن بها الفلاسفة والرياضيون أن البرهان الرياضي يقوم على الجدّة وأن فيه تركيّاً باستمرار وانتقالاً من بسيط إلى مركب وأنه يقوم على أساس ما يسميه كثيّت باسم القضايا التركيبية القبلية : فلا وجود للقبلية هنا إلا إذا اعتبرناها افتراضًا ذهنيًا كما أنه لا وجود للتركيب لأن المسألة مسألة استدلال يجري في نطاق ما هو وارد في المبادىء أو المفترضات أو المصادرات ولا يخرج عنـه . وهو إذن تحصيل حاصل مطلق ولا معنى بعد لأن نصيف إلى الرياضة والاستدلال الرياضي هذا السر الموهوم للتركيب فيما زعمه هؤلاء الفلاسفة والرياضيون .

ورسل في هذا يقول إنه يعود إلى لينتس ولكنه في الواقع يخرج عن هذه التقاليد الرياضية أو الفلسفية وينتهي بالرياضة إلى جعلها جزءاً من النطق وإلى جعل النطق جزءاً من الرياضة . فقد رأينا خلال هذا البحث أننا قد استطعنا أن نحدد كل الأعداد وفقاً للأفكار الأولية التي عرفناها مع ذلك على أساس منطقي بالنظر إلى الخواص المنطقية للإضافات ، فـكأن الأساس في كل النظام الرياضي هو الخواص الصورية للإضافات ، وعلى ذلك تنبع الرياضة في النهاية إلى أن تكون نوعاً من المنطق أو نحواً منه .

## المنهج الاستدلالي

### ١ - معنى الاستدلال :

الاستدلال هو البرهان الذي يبدأ من قضايا يسلم بها ، ويثير إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة ، دون التجاء إلى التجربة ؛ وهذا السير إما بواسطة القول أو بواسطة الحساب . فالرياضي الذي يجري عمليات حسابية دون إجراء تجارب ، يقوم بعملية استدلال . ولا يقتصر استعماله على الرياضيات ، بل نجده في كل فرع من فروع العلم ، كما نشر به في الحياة العملية . فالقاضي الذي يستدل اعتماداً على مالديه من وثائق ، والمضارب الذي يستدل وفقاً للمعروض والطلوب من الأوراق المالية يقوم كلاهما بنفس العملية التي يقوم بها الرياضي وهو يحسب أو يستنتاج نظريات هندسية .

وخلال بنا أن نفرق بين الاستدلال كعملية منطقية ، والاستدلال كسلوك منهجي لتحصيل الحقيقة . فالاستدلال كعملية منطقية أولية هو كل برهان دقيق ، مثل القياس أو الحساب الخ . أما الاستدلال كنهج فهو السلوك العام المستخدم في العلوم ، والرياضيات منها خصوصاً ، وهو عبارة عن التسلسل المنطقي المنتقل من مبادئ ، أو قضايا أولية إلى قضايا أخرى تستخلص منها بالضرورة ، دون التجاء إلى التجربة . وذلك في مقابل المنهج الاستقرائي أو التجريبي القائم على الملاحظة والتجربة .

والطابع المميز الرئيسي في كل استدلال هو الدقة<sup>(١)</sup> . وعدم الدقة يحدث في الأحوال التالية .

(١) راجع كلود شالليه « الدقة والمنهج البديهي » ، في ، مباحث فلسفية ، ج ٢ ، ص ٢٥٧ — ص ٢٦١ .

Claude Chevalley : "Rigueur et méthode axiomatique", in, *Rech. Philosophiques*, t. II.

١ — حينما يدخل المرء في البرهان قضية ، وإن كانت تظهر له بعنة ، فإنها

ليست نتيجة برهنة سابقة ، من غير أن يشير إلى ذلك صراحة ؟

٢ — أو حينما يدخل موضوعاً لم يثبت من قبل وجوده ؟

٣ — أو حينما يغفل تحديد لفظ مستخدم في البرهنة أو في النتيجة .

فلكي توافق للاستدلال صفة الدقة لا بد إذن من أن تختاط ~~فلا~~ ندخل في البرهان قضياباً أو تصورات لا يمكن تبريرها إلا بواسطة التجربة . حاين للمرء الحق في أن يأتي بقضياباً جديدة ، في داخل البرهنة ، ولكن بشرط أن يشير إلى ذلك صراحة ، كماله أن يدخل أفكاراً جديدة ، ولكن على أن يحددها بالدقة ويبين المعنى الذي يريد أن يفهمها به .

كما يجب أن نفرق من ناحية أخرى بين الاستدلال والبرهنة . فالاستدلال عملية منطقية فيها ننتقل من قضياباً متظوراً اليها في ذاتها ( بصرف النظر عن صدقها أو كذبها ) إلى قضياباً أخرى ناتجة عنها بالضرورة ووفقاً لقواعد منطقية خالصة ؛ أما البرهنة *démonstration* فآخر من الاستدلال ، إذ هي استدلال يراعى فيه التسليم بصدق المقدمات ، وبالتالي يرى إلى إثبات صحة النتيجة . فالاستدلال إذن لا يحدها عن صدق التأرجح ، وإنما عن صدورها ضرورة عن مقدمات معلومة ؛ أما البرهنة فتخبرنا بصدق ما نصل اليه من تأرجح لأنها تقوم على التسليم بصدق المقدمات .

## ٢ — النظام الاستدلالي :

ونحن لو نظرنا في أي استدلال ، لوجدناه يبدأ من قضياباً ويسير منها إلى أخرى تنتجه عنها ضرورة . وقد تكون القضياباً الأولى مستندة من قضياباً سابقة

عليها في داخل هذا العلم الواحد الذي تنسب إليه تلك القضايا ، ونكن هذا الاستنتاج لا يستمر في داخل ذلك العلم الواحد العين على الأقل ، إلى غير نهاية . بل لا بد من التوقف عند قضيابا لا يرهن عليها ، أو غير قابلة للبرهنة عليها في هذا العلم . ولهذا تسمى بالقضايا الأولية . ومنها التصورات الأولية التي لا تقبل أن تعرف ، على الأقل في هذا العلم . ومن هذه القضايا الأولية والتصورات الأولية التي تسمى المبادىء يستنتج الإنسان باستمرار قضيابا أو تصورات أخرى استنتاجاً ضرورياً ، وفقاً لقواعد المنطق وحده ، وهذه القضايا المستندة تسمى النظريات théorèmes . فـ كأن الاستدلال يكون إذن نظاماً système من المبادىء والنظريات ، هو ما يعرف باسم النظام الاستدلالي .

فالنظام الاستدلالي أو النظرية الاستدلالية كما يقول لوى روجيه<sup>(١)</sup> « تقوم على أساس الابتداء من عدد ضئيل من الموضوعات غير القابلة للتحديد ، والقضايا غير القابلة للبرهنة ، من أجل تركيب موضوعات جديدة موجودة منطقياً ، بواسطة العمليات المنطقية وحدها ؛ ومن أجل استنتاج قضيابا جديدة صادقة بالضرورة ، وفقاً لقواعد الحساب المنطق وحدها ، على فرض أن الموضوعات الأولية والقضايا الأولية ليست متناقضة » .

« وتبعاً لهذا التعريف ، تتكون كل نظرية استدلالية من عملية رد مزدوجة : رد التصورات بعضها إلى بعض بواسطة التعريف ، ورد القضايا بعضها إلى بعض بواسطة البرهنة . وتعريف التصور معناه ردده ، بواسطة عمليات المنطق وحدها ، إلى مزيج من تصورات أكثربساطة ؟ أما البرهنة على قضية ، فعندها رددها ،

(١) لوى روجيه : تركيب النظريات الاستدلالية ، باريس سنة ١٩٢١ ، ص ٦٣ :  
Louis Rougier : *La Structure des théories déductives*.

بواسطة تضمنات بسيطة وإنابات ممكنة تسمح بها قواعد الخطاب المنطقي ، إلى مزيج صورى من قضايا أخرى ، يسلِّم بصحتها أو يرهن عليها من قبل . وعملية البد المزدوج هذه لا يمكن أن تتبع إلى غير نهاية ؟ بل لا مناص من الوقوف عند عدد ضئيل من التصورات غير القابلة للتحديد ، يمكن أن ترد إليها كل التصورات الأخرى ، بواسطة تعريفات لفظية ، وعند عدد قليل من القضايا غير القابلة للبرهنة يمكن أن ترد إليها كل القضايا الأخرى ، بواسطة البرهانات » .

٣ — والنظام الاستدلالي ليس نظاماً مطلاً ، أى ضروري اليقين ، بل إنه يتصف بثلاث صفات حدها روچيه بوضوح (ص ٦٥ وما يليها) هي : أنه اصطلاحى ؛ وأنه غير معين ؛ وأنه ، مع ذلك ، غير اعتباطى :

(١) فهو أولاً اصطلاحى بمعنى أن الكلمة « غير قابل للحد » ، « وغير قابل للبرهنة » ، في إطلاقهما على التصورات والقضايا الأولية ، يجب أن لا يفهمها بمعنى مطلق ، أى بمعنى أنه ليس من الممكن إطلاقاً تعریف هذه التصورات ولا البرهنة على تلك القضايا . وإنما تتصف التصورات الأولية والقضايا الأولية بهاتين الصفتين بالنسبة إلى نظام من التعریفات والبرهانات معين ، حتى إنه من الممكن أن يرهن على هذه القضايا وأن تعرف تلك التصورات بالنسبة إلى نظام آخر . فإذا أخذنا مثلاً هندسة إقليدس ، فإننا نجد من الممكن استخدام أنواع لا حصر لها من نظم التصورات والقضايا الأولية ، وكلها متساوية القيمة . فپانو Peano يتخذ كتصورات أولية لهذه الهندسة النقطة والقطعة ؛ وپيرى Pieri يتخذ للنقطة والحركة ؛ وفبلن Veblen ، النقطة وترتيبها ؛ ومادوا Padua النقطة ، والبعد بين نقطتين ؛ وهيلبرت Hilbert النقطة ، والستقيم ، والستوى ، وواقع على ، وواقع بين ، وموازٍ لـ . ووفقاً لاختلاف هذه التصورات الأولية ، تختلف القضايا الأولية في كل حالة .

فكل نظام من هذه الأنظمة مساوٍ في القيمة للأخر ، بمعنى أن من الممكن أن يستخرج منه نفس المجموع من القضايا ؛ والأمر يتوقف إذن على التتابع التي يصل إليها سرء ، ابتداء من الصورات والقضايا الأولية التي فرضها . ولا معنى بعد للتحدث عن عدم القابلية المطلقة للبرهنة على أية قضية أولية أو التعريف لأنّي تصور أولي ، بل توقف هاتان الصفتان على نظام الإشارة ؛ كما هي الحال تماماً في التحدث عن السكون والحركة بالنسبة إلى جسم ما ، فإن هذا لا معنى له إلا بالنسبة إلى نظام من الإحداثيات يشار إليه . وعلى هذا فلا معنى مطلقاً للتساؤل عن إمكان البرهنة على مصادرة إقليدس مثلاً ، إلا إذا كان ذلك بالنسبة إلى بقية المصادرات الإقليدية . وهذا يفسر عبث المناقشات التي قام بها أهل المندسة ابتداء من أ برقلس حول إمكان البرهنة على تلك المصادر . وإنما هذه المصادر لوأخذت على أنها غير قابلة للبرهنة ، لأدت بنا إلى القول بأن زوايا المثلث مجموعها يساوى قائمتين وأن ثمة مثلثات أو أشكالاً متطابقة . ونحن نستطيع من جهة أخرى ، إذا ابتدأنا من هاتين القضيتين ، أن نبرهن على مصادرة إقليدس .

(ب) والصفة الثانية أن اختيار النظام الاستدلالي غير معين ، بمعنى أننا لا نضيف إلى الأفكار الأولية أى معنى خاص ، عياني ، كياني ؛ بل يجب أن نعد هذه الأفكار رموزاً غير محددة نجري عليها العمليات التي يسمح بها الحساب المنطقي ، دون نظر إلى ما تمثله مادياً . ولهذا فائدة كبيرة في أن مثل هذه الطريقة تسمح باستبعاد كل إهاب بالعيان في سلسلة الاستدلالات ، تلك الإهابات التي تقضي إلى أن ندخل سراً مصادرة جديدة مما من شأنه أن ينقص من الدقة ، وأن يحيل الفرورة الاستدلالية إلى بينة واقعية .

ولعدم التعين لهذا فائدة في التعميم . إذ سيكون للنظام الاستدلالي طابع شكوى أو صورى خالص ، فيمكن أن ينطبق على أية مادة أياً كانت ، مما يسمح

بتفسيره تفسيرات عده . فـپونکاريه Poincaré قد استطاع أن يقدم ثلاثة تفسيرات إقليلية ل الهندسة لوبيتشفسكي ، منظوراً إليها من الناحية الصورية الخالصة . وهذا ما جعله يقول : « إن الرياضيين لا يدرسون موضوعات ، بل إضافات ونسبةً بين الموضوعات ؛ فلا يعنيهم إذاً أن يستبدلوا بهذه الموضوعات غيرها ، بشرط أن لا تغير الإضافات . فالعادة لا تعنيهم ، إنما الصورة وحدتها هي التي تعنيهم » (١) .

(٤) ولكن ، على الرغم من أن اختيار نظام استدلالي اصطلاحى وغير معين ، فإنه ليس اعتباطياً ، يجرى كاً يهوى الماء ، بل يجب أن يلتزم حدود شمس طعن ضورين ، هما : الكفاية والإحکام .

فالنظام الاستدلالي يكون كافياً، إذا هيأنا ، لمبدأنا من التصورات والقضايا التي اخترناها أولية ، أن نحد كل التصورات الأخرى ، ونبرهن على كل القضايا الأخرى في العلم المعين . ويكون ممكناً ، إذا كانت القضايا الأولية متوافقة ، أي لا تؤدي إلى تناقض فيها بعد .

ولكي تتحقق من وجود الإحكام ، لدينا منهجان : الواحد عياني ، والآخر منطقى . فالمنهج الأول يقوم على المبدأ الذى يقول : « كل ما هو واقعى ممكن » ، والواقعى هو ما يوجد فى التجربة أو يمكن أن يصور عيانيًا . فنستطيع مثلاً أن نبرهن على إحكام بدوييات إقليدس بأن نبين أنها تشير قضايا صادقة حينما ننظر إلى النقط ، وأصناف النقط وإضافاتها المكانية كثباتها الموضوعات والإضافات . المعنية التي تشير إليها .

والمتّبّع الثاني ، أو المنطقي يقوم على أساس التسلّي يأخذ حكم الأفكار والقضايا

الأولية لنظرية ما ، ثم البحث في إعطاء الرموز غير المحددة لنظرية أخرى ، تفسيراً قاماً على النظرية الأولى . ثنلاً إذا سلمنا بإحكام المصادرات في الهندسة العادلة ، نحاول بعد هذا أن نرد إلى هذه المصادرات قضايا الهندسات اللاحليدية . وإحكام القضايا الإقليدية يمكن بدوره أن يثبتت بواسطة مبادئ التحليل ، بأن ترجم القضايا الهندسية إلى معادلات وذلك باستخدام الإحداثيات ؟ مما يفضي بنا إلى إضافات تحليلية يتوقف عدم تناقضها على عدم تناقض مبادئ الحساب ، وذلك تبعاً لاحتساب الرياضيات . ومبادئ الحساب يمكن بدورها أن تفسر بواسطة المنطق الرياضي ، كما بين ذلك رسول وهويه . وكان إحكام العلوم الرياضية قد رد إلى إحكام المنطق الرياضي .

تلك هي الخصائص الثلاث الرئيسية التي يجب أن تتوافر في كل نظام استدلالي؛ وقد يضاف إليها صفات أخرى ثانوية، منها استقلال الأفكار والقضايا الأولية، واقتضادها إلى أكبر درجة، وكونها خصبة.

فالقضايا الأولية تكون مستقلة ، إذا لم تكن إحداها تتعدد بواسطة الأخرى ، ابتداءً من المصادرات التي تحدد إضافاتها ، وتكون موجزة حينما يختصر عددها إلى أقل عدد ممكن ؛ وتكون خصبة إذا تضمنت كثيراً من النظريات .

#### ٤- نكتوب النظم الاستمرارية:

وقد رأينا من قبل في عرضنا لتكوين الرياضيات أن العلوم الرياضية قد تكونت بانضمام أفكار بعضها إلى بعض سائرین من تجريد إلى تجريد أعلى حتى نصل إلى درجة نستطيع فيها أن نكون بناءً ممكناً من الأفكار والقضايا الأولية والنظريات ، كما هو الحال مثلاً في هندسة إقليدس وجرفيت . فكل

نظام استدلالي لا يتكون إذاً دفعة واحدة ، كما أنه لا يكون دقيقاً كل الدقة ، إذ لا يزال يبقى به كثير من القضايا الداخلية والتصورات المتطفلة التي لا تنسب إلى القضايا والتصورات الأولية التي بدأ منها العلم ، بل تقوم على عيادات وامثلات مما يفقد هذا النظام الاستدلالي الكثير من دقته . فكثير من البرهانات الموجودة في إقليدس كان يحتوى على مصادرات وقضايا غير تلك التي صاغها صراحة في مقدمة نظامه الاستدلالي ، واستمرت هذه البرهانات تعد صادقة دقيقة ، لمدة طويلة . لأن النقص الذى اعثورها لم يكن قد اكتشنه الرياضيون بعد . ولكن بفضل تقدم الرياضة في سبيل الدقة ونمو النطق بدرجة كبيرة ، أزيل منها ما فيها من قضايا دخيلة حتى صارت أكثر دقة . ولا زالت الدقة تعوز حتى اليوم كثيراً من البرهانات المستخدمة في بعض فروع الرياضيات .

#### ٥ — التحليل التفليبي لمبادىء :

ومجموع القضايا والتصورات الأولية يسمى المبادىء ، لأن المبادىء هي القضايا غير المستنيرة من غيرها في نظام استدلالي معين والتي تعد في داخله غير قابلة للبرهنة ولا محل للمناقشة .

والأقدمون قد قسموا المبادىء المستخدمة في أى نظام استدلالي إلى بديهيات ومصادرات وتعريفات . فعلينا الآن أن نبحث في كل منها بالتفصيل .

#### (١) البدائيات

٦ — أما البدائيات فقضية بينة بنفسها ، وليس من الممكن أن يرهن عليها ، وتعد صادقة بلا برهان عند كل من يفهم منهاها . ولها خواص ثلاثة : البينة النفسانية ، أي وضوحها مباشرة للنفس بلا واسطة ولا برهان منطق ؛ والأولية

المحضية ، أعني كونها مبدأ أولياً غير مستخلص من غيره ؛ وثالثاً أنها قاعدة صورية عامة ؛ في مقابل المبادىء الخمس المتعلقة بحالة معينة من أحوال العلم الخاصة أو بتعريف معين . وتسمى البديهية أحياناً باسم القضايا المشتركة ، وذلك بمعنىين : الأول أنها مسلمة من كل العقول على السواء ؛ الثاني أنها تتطبق على أكثر من علم واحد .

والبديهيات ، كما توجد في الرياضيات ، توجد كذلك في العلوم الروحية . فثلاً هذه البديهية المستخدمة كقاعدة في القانون الروماني : من يملك الأكثـر يملك الأقل ؛ وهي بديهية يمكن أن تستخدم في علوم أخرى ، كالميكانيكا .

والبديهيات بعضها مجرد تعريفات أو نتائج مباشرة لتعريفات . فنحن لا نستطيع مثلاً أن نعرف الكل والجزء دون أن نضمن في التعريف أن الكل أكبر من الجزء . ومن هنا كانت في أحياناً كثيرة هزيلة المعنى . وهي في الواقع غالباً ما تكون مجرد تعبير أو تطبيق على السمات مبدأ الذاتية ، ولذا كانت صورية مثله ، ولا تقيـد إلا بمبادىء موجـهة ، قليلـة الـحـصـب .

### (ب) المصادرات

وأهم منها وإن كانت أقل يقينية ، المصادرات . وبين البديهيات والمصادرات عدة فروق : فالبديهيات بذاتها بنفسها ، أما المصادرات فليست كذلك ، ولكن يصدر على صحتها وتسليمها ، مع عدم بياـنـها بوضـوحـ للـعـقـلـ ، نـظـرـاً لـفـائـدـتهاـ ولاـئـهاـ لـاتـؤـدـىـ ، أو طـالـماـ كـانـتـ لاـتـؤـدـىـ إـلـىـ تـنـاقـضـ . والـبـديـهـياتـ لـهـذـاـ قـضـاـيـاـ تـحـلـيلـيـةـ ، أـمـاـ الـمـصـارـدـاتـ فـقـضـاـيـاـ تـرـكـيـبـيـةـ . والـبـديـهـياتـ تـغـيـرـ عـنـ خـواـصـ مـشـتـرـكـةـ بـيـنـ كـلـ أـنـوـاعـ الـمـقـادـيرـ ، وـمـنـ هـنـاـ سـمـيتـ قـضـاـيـاـ مـشـتـرـكـةـ كـاـذـكـرـنـاـ ؛ أـمـاـ الـمـصـارـدـاتـ فـلـاـ تـنـطـبـقـ إـلـاـ عـلـىـ نـوـعـ مـعـيـنـ مـنـ الـمـقـادـيرـ :

المصادر قضية ليست بينة نفسها ، كما لا يمكن أن يرهن عليها ، ونذكر  
بصدر عليها ، أى يطالب بالتسليم بها ، لأن من الممكن أن تستتبع منها نتائج  
لا حصر لها ، دون الواقع في إهالة . فصحتها إذن تستبين من نتائجها . فثلاً  
المصادر المعروفة باسم مصادر إقليدس — وهي التي تهول : يمكن من نقطة أن  
يمحى مستقيم مواز لستقيم آخر ، ولا يمكن أن يمحى غير مستقيم واحد — قد أدت  
إلى إقامة هندسة إقليدس ولم تؤد إلى تناقض . وليس في الواقع أن يرهن عليها  
في داخل هذه الهندسة ؛ كما أن من الممكن الاستثناء عنها بأن تقبل بها  
مصادرات أخرى كما فعلت المندسات اللاإقليدية . فكأن المصادر تمتاز إذن  
من البديهية بأن من الممكن إنكارها دون الواقع في الإهالة ؛ بمعنى البديهية .

غير أن النظريات الحديثة لا تميل إلى المغالاة في هذه التفرقة بين المصادر  
والبديهية ؛ بل تزعزع على العكس من ذلك إلى التقرير بيهما ؛ بأن تعدد كليهما  
«تعريفات مقنعة» ؛ على حد تعبير بونكاريه<sup>(١)</sup> . ولا فارق بين كليهما  
إلا في درجة التركيب : فالبديهية أكثر بساطة من المصادر ؛ ولذا تبدو أين  
يینما المصادر أقل بساطة وأكثر تعقيداً ؛ مما يجعل وضوحها والتسليم بها  
لا يتحققان إلا بالنتائج التي يمكن أن تستخلص منها . ونقول إنها تعريفات  
مقنعة ، لأن المصادر القائلة بتجانس المكان تساوى تعريفاً للمساواة الهندسية ؛  
ومبدأ القصور الذاتي يساوى تعريفاً للقوة المغ .

وكما توجد المصادرات في الرياضيات ، توجد كذلك في العلوم الروحية ؛  
ففي الاقتصاد مثلاً نرى المصادر القائلة بأن الإنسان يفعل وفها لما يرى فيه الأفع ،  
وفي الأخلاق المصادر القائلة بأن كل إنسان يطلب السعادة .

(١) بونكاريه : العلم والفرض ، ص ٦٧ .

وبهذا التقييم التقليدي أو التمييز التقليدي بين المصادرات والبدويات يستبدل بعض المناطقة المحدثين تقسيماً آخر للبادىء إلى «بادىء، مشتركة» توجد في المنطق ؟ « وبادىء، خاصة » توجد في العلوم الخاصة . فروجيه يقسم البادىء، الخاصة بالعلوم المختلفة والبادىء، المشتركة الموجودة في المنطق إلى طوائف ثلاثة :

١ — بعض البادىء، يصدر على وجود بعض الموضوعات (أفراداً كانوا أو أصنافاً)؛ وتسمى « مصادرات الوجود ». فمصادرات الوجود مصادرات تقول بوجود أشياء ذات خواص معينة . فثلاً ، لا وجود للهاء في الحقيقة ؛ ولكننا في الهندسة نصدر على وجوده ونجزئ براهيننا على هذا الأساس ؛ وبالمثل لا يوجد مستقيم بلا سلك ؛ ولكننا نصدر على وجوده من أجل البحث في بعض الأشكال الهندسية ونفترض له خواص معينة لا نستطيع التتحقق من وجودها في التجربة الخارجية . ففي كل هذه الأحوال نحن نصدر على وجود موضوعات نعرفها ونفترض وجودها ؛ لأن مجرد التعريف لا يكفي لفهم الوجود .

وإذا كانت هذه المصادرات تعين أن عنصر أي صنف يوجد وحيداً ، سميت المصادرات في هذه الحالة مصادرات التفرد : Postulats d'unicité .

٢ — والبعض الآخر من البادىء، يقول إنه إذا وضعنا بعض الموضوعات على أنها موجودة ، فموضوعات أخرى موجودة كذلك لها مع الأولى إضافات معلومة . ولنسمّ هذه البادىء باسم البادىء المركبة أو المكونة ، لأنها تسمح ، إذا سلمنا ببعض الموضوعات ، بتركيب موضوعات جديدة باستمرار ، بواسطة الإنابة *recurrence* ، وبالتالي تسمح بالحصول باستمرار على أنظمة جديدة من الإضافات بين الموضوعات النسليمة بها وتلك المركبة .

٣ - وطائفة ثالثة تقول إنه إذا وجدت بعض الإضافات بين موضوعات ثبت وجودها ، فإنه توجد إضافات أخرى غيرها . وهذه الإضافات بما أن تكون إضافات منطقية مثل الانتساب أو التضمن ، أو إضافات خاصة بالعلم المعين موضوع البحث ، مثل تلك الخاصة بالترتيب والوضع والتوازي في الهندسة . ولنسم هذه القضايا باسم « بديهيات الإضافة » مستعملين كلمة « بديهية » بطريقة عامة ، أي بمعنى مبدأ أو قضية أولية أيًّا كانت .

والمبادئ المكونة وبديهيات الإضافة تكون ما يسميه علماء المنطق الرياضي دوال قضائية ، لأنها كما قلنا تمتاز بأنها ليست معينة ، ذات معنى عياني كياني ، بل هي بالأحرى رموز عامة يمكن أن تفسر عددة تفسيرات . وهي لا يقال عنها إنها قضايا ، لأنها ليست صادقة أو كاذبة ؛ إنما تكون كذلك حينما نعطي لرموزها التغيرة صفات معينة محددة ، فستتحيل حينئذ من دوال قضائية إلى قضايا . وهذا أيضاً توكيد لفكرة التواضع والاصطلاحية في كل نظام استدلالي .

### (ج) التعريفات

أما التعريفات ، فتعلق ، كالمصادرات ، بتصورات خاصة بكل علم ؛ ففي الهندسة مثلاً تتعلق بالخلط والثالث والتطابق . . الخ . وقد رأينا من قبل في كتابنا « المنطق الصورى والرياضي »<sup>(١)</sup> معنى التعريف وأنواعه وشروطه فرأينا أنه يعبر عن ماهية المعرف وعنه وحده ، وعنده كله ، مما يعبر عنه بقولنا إنه يجب أن يكون جاماً مانعاً ؛ وأنه يتركب من شتتين : المعرف وهو الشيء المراد تعريفه ، والمعرف وهو القول الذي يحد خواص الشيء المعرف .

وهذا أيضاً هو معنى التعريف الرياضى في نظر العقليين التقليديين .

وَمَمْ يَبْرُزُونَ يَنْهَى وَيَبْيَنُ التَّعْرِيفُ التَّجَرِبِيُّ الْمُوْجُودُ فِي الْعِلُومِ الْطَّبِيعِيَّةِ . فَالْتَّعْرِيفُ الرِّيَاضِيُّ قَبْلِيُّ ، نَهَائِيُّ ، ثَابِتُ ، ضَرُورِيُّ ، كُلِّيُّ ، لَأَنَّهُ مِنْ عَمَلِ الْعِقْلِ الثَّابِتِ فِي جُوْهِرِهِ . كَمَا أَنَّهُ أَبْصَارًا تَكْوِينِيَّةً *génétique* ، لَأَنَّا نَأْتَى بِهِ بِوَاسْطَةِ التَّوْلِيدِ أَوِ التَّكْوِينِ ، فَنَعْنَى نَعْرُفُ الْحَيْطَ مُثْلًا بِأَنَّهُ « الْخَطُّ التَّكْوِينِ بِوَاسْطَةِ نَقْطَةٍ تَحْرِكَتْ عَلَى مَسَافَةِ مُقْسَمَةٍ مِنْ نَقْطَةِ ثَابِتَةٍ تُسَمَّى الْمَرْكُزُ » ، وَالثَّالِثُ بِأَنَّهُ « الشَّكْلُ الْمُهَنْدِسِيُّ التَّكْوِينِ مِنْ ثَلَاثَةِ مُسْتَقِيمَاتِ مُتَقَاطِعَاتِ مُتَنَبِّهِ مُتَنَبِّهِ فِي مَسْتَوِيٍّ » . وَلِهَذَا فَإِنَّ التَّعْرِيفَ الْحَقِيقِيَّ هُوَ ذَلِكُ الْمَعْبُرُ عَنِ النَّسْبَةِ الْمُوْلَدَةِ أَوِ الْقَابُونِ الْمَكْوُنِ لِلشَّيْءِ الْمُعْرَفِ ، فَالثَّالِثُ مُثْلًا يَكُنُ أَنْ يَعْرُفَ بِعَدَةِ طَرُقٍ ، مِنْهَا أَنْ يَعْرُفَ بِالْخَاصَّةِ الَّتِي لَيْسَ بَعْضُ أَجْزَائِهِ مُثْلًا أَنْ زَوَّاِيَّهُ ثَلَاثَ وَمُجْمُوعُهَا يَسَاوِي قَائِمَتَيْنِ ، وَلَكِنَّهُ يَجْعَلُنَا نَضَطَرُ إِلَى أَنْ نَحْدُدَ أَنْ عَدْدَ زَوَّاِيَّهُ يَسَاوِي قَائِمَتَيْنِ وَأَنَّهُ شَكْلٌ مُسْتَوٌ مَكْوُنٌ مِنْ خَطُوطٍ مُسْتَقِيمَةٍ ، بَيْنَمَا التَّعْرِيفُ الْأُولُّ لَا يَحْوِجُنَا إِلَى شَيْءٍ مِنْهُ ذَلِكُ . وَلِهَذَا فَإِنَّهُ لَا يَوْجِدُ لِلْمَعْرَفَ إِلَّا تَعْرِيفٌ وَاحِدٌ ، هُوَ ذَلِكُ الَّذِي يَعْبُرُ عَنْ قَانُونِ تَوْلِيدِ الشَّيْءِ الْمَعْرَفِ . وَمِنْ هَذِهِ النَّاحِيَّةِ نَسْتَنْتَجُ بَقِيَّةِ الْخَواصِ دَفْعَةً وَاحِدَةً . فَهُوَ إِذْنَ لَا يَتَرَكَبُ تَدْرِيْجِيًّا بِإِضَافَةِ عَنَّاصِرٍ مُخْتَلِفَةٍ .

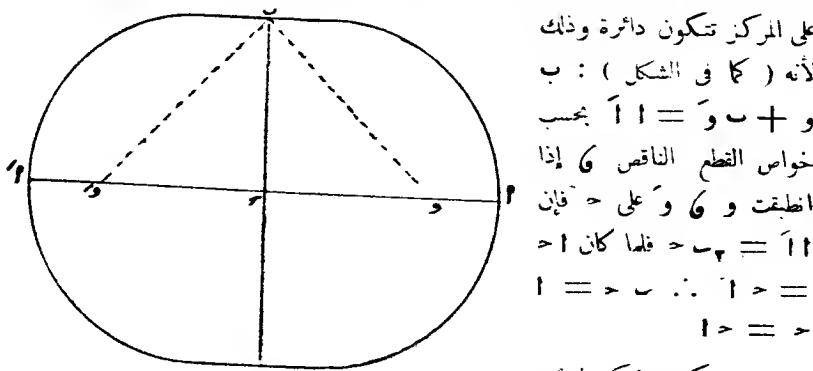
وَعَلَى الْعَكْسِ مِنْ ذَلِكُ نَجْدُ التَّعْرِيفَ التَّجَرِبِيَّ تَكُونُ عَنَّاصِرَهُ شَيْئًا فَشَيْئًا فِي مِيدَانِ التَّجْرِبَةِ . فَمُثْلًا فَكْرَةُ الْإِنْسَانِ أَوِ الَّذِي لَمْ تَكُونْ دَفْعَةً وَاحِدَةً ، بَلْ قَلِيلًا قَلِيلًا بِإِضَافَةِ صَفَاتٍ إِلَى صَفَاتٍ أُخْرَى نَكْتَشِفُهَا فِي التَّجْرِبَةِ كَمَا تَوَغَّلَنَا فِي الْبَحْثِ : « وَلَنْ تَقْنَلْ مُطْلَقًا ، بَلْ تَظَلْ مُفْتَوْحَةً لِلْعَنَّاصِرِ الْجَدِيدَةِ الَّتِي يَمْكُنُ أَنْ يَكْتَشِفَهَا الْعِلْمُ فِي الْإِنْسَانِ أَوِ الَّذِي يَنْهَا »<sup>(١)</sup> (لَوِي لِيَارُ ، الْمَنْطَقُ ، ص ٨٠) .

فَذَهَبُ الْعَقْلَيْنِ إِذْنَ فِي التَّعْرِيفِ الرِّيَاضِيِّ هُوَ أَنِّي الْعِقْلُ يَضْعُ — بِمَلْكَةِ خَاصَّةٍ فِيهِ وَبِتَرْكِيبٍ قَبْلِيٍّ مُوْجُودٍ بِهِ — التَّصْوِيرَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ ، وَبِالْتَّالِي تَعْرِيفَاتِهَا اسْكُونَةً لِمَاهِيَّاتِهَا . وَمِنْ هَذِهِ التَّعْرِيفَاتِ يَمْكُنُ اسْتَخْلَاصَ كُلِّ حَوَاصِ الشَّيْءِ الْمَعْرَفَ ، وَذَلِكُ بِوَاسْطَةِ الْاِسْتَدْلَالِ .

وعلى عكس من ذلك نجد مذهب التجربيين في التعريف. فضدّم أن التعريف ليس ثابتاً، واحداً، قد تكون دفعة واحدة، ويُعبر عن نهاية الشيء المعرف، إنما التعريف قول متغير بتطور العلم، ويمكن أن يوجد للشيء الواحد تعريفات عدّة كلّها متساوية؟ وغالباً ما يتكون بطريقة تكوينية وفقاً لثوابت المعرفة.

أما الرياضيون المحدثون من عنوا بيان الأسس المنطقية للرياضيات فقد رأوا أن الأفكار الرياضية ما هي إلا تركيبات من وضع العقل، وأن التعريف مهمته وصف خواص هذه الأفكار وصفاً يسمح بتمييزها من غيرها، وباستنتاج خواص أخرى منها. ولما كانت كل فكرة ذات خواص عدّة، فإن في وسعنا أن نختار منها ما نشاء لكي تكون منه التعريف. ومعنى هذا أن التعريف افتراضي ولا، من حيث أن الأفكار الرياضية نفسها تركيبات من وضع العقل وليس لها أساس من الواقع؛ وأنه اعتباراً ثانياً، فنحن نختار من الصفات ما نشاء، وفقاً لوجهة نظرنا؛ وأنه «ثالثاً» ليس واحداً، لأن الخواص متعددة، وفي مقدورنا أن نختار منها واحدة أو الأخرى لكي نستخدمها في التعريف. ففي استطاعتنا مثلاً أن نعرف الدائرة بأنها قطاع لاسطوانة أو لحوض بواسطة مستوٍ عمودي على المحور؛ أو بأنها قطع ناقص اختلافه المركزي excentricité يساوي صفرأً.

(١) الاختلاف المركزي هو النسبة بين المسافة البؤرية والمحور الأكبر في القطع الناقص. فيما تكون هذه النسبة تساوي صفرأً ينطبق البؤرتان على القطع الناقص. وبنطاق البؤرتين



على المركز تكون دائرة وذلك لأنـه ( كما في الشـكل ) : بـ  
وـ  $+ b = 1$  بحسب خواص القطع الناقص ( ٦ ) إذا  
اضـلـقـت  $o$  وـ  $o$  على  $o$  فإنـ  $1 = b = 1$ ـ فـلـمـاـ كانـ  $1 = b = 1$ ـ

ـ  $1 = b = 1$ ـ  
ـ  $1 = b = 1$ ـ  
ـ  $1 = b = 1$ ـ

ـ  $1 = b = 1$ ـ  
ـ  $1 = b = 1$ ـ  
ـ  $1 = b = 1$ ـ

وبأنها المثل المندس للنقطة التي منها يرى مستقيم معلوم تحت زاوية معلومة  $\alpha$ .

ولذا يقول بونكاريه عن التعريفات إنها «فرض» تختلف عن الفروض المستخدمة في المنهج التجاربي من حيث أن هذه الفروض الرياضية هي اصطلاحات ميسرة يضعها العقل لحاجاته العلمية ، ولا صلة لها بالتجربة ، بعكس الحال في الفروض المستخدمة في التجربة . فالفرض في الرياضة معناه ما يسلم به ، أو ما يبدأ منه . كأن ينعتها رسلاً أنها مواضعات تيوبوغرافية typographical conveniences ، وإن كان مع ذلك يضيف إليها صفة أنها تعبّر عن تقدم ظاهر ، بما تشتمل عليه من تخليل للتصور .

وهذا التصور الجديد للتعريف قد قرب بين التعريفات الرياضية والتعريفات التجاربية من ناحيتين خصوصاً :

١ — الأولى أننا في تعريفنا لفكرة رياضية نختار الخاصية الممتازة من بين الخواص العديدة لتلك الفكرة ، كما نفعل تماماً في المنهج التجاربي ، إذ نحن هنا نعني خصوصاً باستخراج «الحالة الممتازة» لكي نستخرج منها بعد القانون العلمي . وإن كان يحدونا في التعريف أحياناً السهولة والوضوح ، فلا نلتزم شرط اختيار الخاصية الممتازة دائماً ؟

٢ — والثانية أن تاريخ الرياضة قد دلنا على أن التصورات الرياضية قد نشأت في البدء من التجربة وأنها ت نحو نحو التجريد المتزايد باستمرار . ومن هنا كانت تعريفات هذه التصورات متأثرة بالضرورة بهذا الأصل التجاربي الذي نشأت عنه .

والتعريف الرياضي نوعان : تعريف مباشر ، وتعريف غير مباشر .  
أما التعريف المباشر فهو المعروف وفيه تعين خاصية أى تصور رياضي مباشرة ،  
مثل تعريف المثلث بأنه شكل هندسي مكون من ثلاثة مستقيمات تقاطع متنى  
متنى ، أو المستقيم بأنه أقصر طريق بين نقطتين .

أما التعريف غير المباشر فيشمل عمليتين ، وليس في الواقع تعريفاً بمعنى  
الكلمة ، ولكنه يقوم مقام التعريف المباشر بما له من وظيفة في العلم .

(أ) والنوع الأول منه هو « التعريف بالتجريد » لدالة منطقية ، ولتكن  $D(s)$   
وهو عبارة عن بيان الشروط التي تتحقق بها المساواة ( المنطقية أو الرياضية )  
 $D(s) = D(s')$  وفيها  $s$  و  $s'$  صقيمان تنتسبان إلى صنف معين ، تعرف  
الدالة  $D$  بالنسبة اليه . فمثلاً « نعرف بالتجريد » الكثالة أو الحرارة ، الخ ، بأن  
نبين شروط المساواة لهذه القيمتين .

(ب) والثاني هو « التعريف بالمصادرات » وهو عبارة عن تعريف مجموع  
من التصورات بالإفصاح عن الإضافات الأساسية التي تتحققها هذه المحدود ، على  
هيئه بديهيات أو مصادرات ؛ هذه الإضافات التي تكون الأسس الضرورية  
الكافية لنظرية هذا المجموع . فمثلاً نستطيع أن تكون الهندسة كلها بواسطة  
عدد معين من البديهيات أو المصادرات المستعملة على التصورات الأولية الآتية :  
النقطة والقطعة ، أو النقطة والحركة . وهذه التصورات غير المحددة تعد محددة  
بواسطة مجموع المصادرات <sup>(١)</sup> .

فالتعريف بالمصادرات ، كما يقول كوتيرا في مقال نشر في مجلة التعليم الرياضي  
عن التعريفات الرياضية *L'Enseignement mathématique*

(١) راجع مجم لاند ، تحت الكلمة « تعريف » ، في الملاحظات .

صور واحد ، ولكن على نظام من التصورات ، ويكون من سرد الإضافات الأساسية ، التي تربط فيما بينها والتي تسمح بالبرهنة على سائر المخواص ؛ وهذه الإضافات مصادرات . فإذا كان لدينا نظام من المصادرات ، وإذا كان في وسعنا البرهنة على أن هذه المصادرات لا تتضمن تناقضًا ، فيكون لنا الحق في أن ندعا مثلاً لتعريف أحد التصورات الموجودة به » (بونكاريه ، «العلم والمنهج»<sup>١</sup> ، ص ١٦٢ ، والاقتباس عنه ص ١٦١) .

والتعريفات بالمصادرات تعريفات ناقصة ، لأنها لا تستطيع أن تعين بطريقة واحدة مجموعة من التصورات المفردة . ولذا قيل عنها إنها تعريفات للجنس . *definitions de genres*

والتعريف ليس قضية ، فلا يصدق عليه أنه صادق أو كاذب . إنما هو نوع من الاصطلاح اللغوي ، أو كما يقول رسل هو فعل إرادى من أعمال العقل ، يمكن أن يبرر بأسباب متعلقة بتبسيير العمل أو التواضع على شيء معين يتضام ب بواسطته ، ولكنه لا يفرض نفسه على العقل ضرورةً .

## ٦ — الصلة بين هذه المبادئ :

ومن الواضح من كل ما قلناه حتى الآن أن الصلة وثيقة بين هذه الأنواع الثلاثة من المبادئ ، إلى درجة أن في الوسع من دون تجاوز أن نسمى الواحد باسم الآخر . فقد رأينا أن البديهيات والمصادرات قد انحنت في النهاية إلى تعريفات مُقْنَّعة ، كما يقول بونكاريه ، مما يجعل التعارض بين هذه الأنواع الثلاثة ضئيلة للغاية ، إذ تستحيل كلها في النهاية إلى « اصطلاحات تناهيمية تحدد استخدام المحدود الأولى المنظرية استدلالية » (روجيه ، المصدر نفسه ، ص ٨٦) . ونحن نجد فعلاً أن المصادرات الخامسة من مصادرات إقليدس الست تسمى في بعض النسخ باسم

البديهية ، مما يدل على أن التفرقة ، حتى عند الأقمين ، بين المصادر والمبيهية ليست حادة كايتهاً . كما قد رأينا من ناحية أخرى أن التعرifات قد تم أحياناً بواسطة المصادرات ، مما يقرب كثيراً بين التعريف والمصادر . وفضلاً عن هذا ، فإن ملّ يقول إن كل تعريف يتضمن بديهية ، هي التي تؤكد بها وجود الشيء المعرف ، وعلى هذا فسيكون التعريف بدوره بديهية مكتمة ، بعد أن قلنا من قبل إن البديهية تعريف مكتمة . وعلى الرغم مما يقتضيه رأى ملّ هنا من تحفظات عن بيادها بونكاريه («العلم والمنهج» ، ص ١٦٢) تتعلق بهم ملّ كلة «وجود» هنا ، إذ هو يفهمها بمعنى مادى تجربى ، فحين نعرف المادى ، نحن تؤكد وجود أشياء مستديرة في الطبيعة ، وهذا فهم لا يتفق مع طبيعة الرياضيات ، إذ هذه لاتعني بالوجود الخارجى المادى ، بل لاتعني كلة «الوجود» لذاتها غير شيء واحد ، هو الخلو من التناقض — نقول إنه على الرغم من هذا كله ، فإن في هذا الرأى تقريراً للتعريف من المصادر والمبيهية ، بعد أن قرّبنا البديهية من التعريف . وهذا كله يدل على أن المادى متداخلة ببعضها في بعض .

ونحن قد اعتدنا اليوم أن نضع المادى ، الخاصة بأى استدلال قبل البدء فيه . فنذكر البديهيات والمصادرات والتعريفات التي سنستعين بها في إجراء عملية الاستدلال أولًا ثم نستخالص منها القضايا الناتجة عنها مباشرة مما يتصل بالطلوب ثم ننتهي إلى إثبات المطلوب البرهنة عليه . وهذه الطريقة في وضع المادى ، لها مزايا عديدة . إذ تفيد في إدراك النسب والعلاقات بين المادى ، وتطبقها بسرعة كما أن هذا الوضع يفيد في التحقق من صحة النتيجة التي تأدينا إليها ، وذلك بامتحان المادى ، التي بدأنا منها ، فإذا كانت هذه مصوّحة على حلة وبوضوح في أول الاستدلال يسر لنا ذلك النظر في صحة المادى ، وبالتالي في معرفة يقين النتيجة ، اللهم إلا إذا كان الخلل يعور الاستدلال كعملية . أما إذا كان الاستدلال

لعمية وضمن الصحة ، فاعلينا إلا أن ننظر في المبادىء ، التي أقناه على أساسها. وظاهر أهمية هذا خصوصاً إذا لا حظنا أن المبادىء ، في أي نظام استدلالي يجب أن تكون مستقلة بعضها عن بعض كما قلنا من قبل ؛ فإذا ثبت لدينا عدم صحة أحد المبادىء ، كما حدث مثلاً بالنسبة إلى مصادرة إقليدس ، فإن عدم الصحة لا يمتد إلا إلى القضايا التي تقوم على هذا المبدأ وحده ، بينما بقية القضايا القائمة على المبادىء الأخرى صحيحة . ففي المندسات اللاإقليدية ، قد لوحظ أن إلغاءها لمصادرة إقليدس لم يستتبع إلغاء كل هندسة ، بل فقط الجزء منها المتوقف على تلك المصادرة ، بينما ظلت بقية القضايا ، مما لا يقوم عليها ، صحيحةً . وهذا أمر مهمل التحقيق إذا كانت المبادىء مصوحة على حدة في أول النظرية الاستدلالية. ويجب أن يلاحظ كذلك أن الأقدمين لم يكونوا يعنون بإيراد كل المبادىء ، إما لظهورها أو لعدم الحاجة إليها في الظاهر ؛ أما اليوم فنحن نشعر بالحاجة إلى إيراد كل المبادىء التي تتعلق أو يمكن أن تتعلق باستدلال معين . وذلك لأن فكرة ظهور المبادىء لم تعد مقبولة ، إذ النقد الذي قام حول المبادىء في أوآخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن قد ززع أو ألغى صفة الظهور بالنسبة إلى كثير من المبادىء . فلم نكن نشعر مثلاً بالحاجة إلى ذكر قضية كاتاليا  $1 \times \text{صفر} = 1$  أما اليوم فنحن في حاجة إلى ذكرها ، لأن ظهورها ليس بينما بدرجة كافية .

وقبل أن نتحدث عن نقد المبادىء في العصر الحديث والعصر الحاضر يحسن بنا أن نشير هنا إلى مسألة قد يجعلنا الوهم نغفل عنها ، وهي أنه قد يبدو للوهم أن اليقين في النتائج أكبر منه في المبادىء . وهذا وهم ؛ إذ البرهان لا يخلق اليقين أو الحقيقة ، إما ينقل الحقيقة من المبادىء إلى النتائج نقلًا ، دون زيادة في اليقين أو الصحة ؛ ويمكن أن نرد هذا الوهم إلى أسباب نفسية خالصة .

## ٧ — نقد هذه المبادىء :

ونحن قد أشرنا في خلال حديثنا عن المبادىء إلى بعض من النقد الذي وجه إلى المبادىء من حيث فكرة اليقين وعدم القابلية للبرهنة. وهو نقد قد بدأ في العصر الحديث ليتنس في محاولاته لإقامة علم مناهج شامل ومنطق رياضي ، إذ اعتقد أن في الوضع تحليل كل التصورات العلمية وردها إلى طائفة قليلة من الأفكار الأولية غير المحددة . واستمر هذا النقد ينمو مرتبطاً خصوصاً بنمو المنطق الرياضي والأبحاث الخاصة ببيان أسس الرياضيات ، حتى بلغ أوجهه في نهاية القرن الماضي وأوائل هذا القرن على يد بيانو ورسل وهلبرت .

يتجه هذا النقد خصوصاً ضد فكرتين : العيان واليقين . أما من ناحية البيان فإن هؤلاء النقاد يقللون من شأن استخدامه في تحصيل المبادىء إلى الحد الأقصى وذلك لأن النهاية التي ينشدونها من المنطق والرياضية أن يكون كلامها صورياً إلى أعلى درجة ميسورة . ولن تتحقق هذه الصورية الكاملة إلا باستبعاد العيان بكل أنواعه حتى العيان العقلي . فرسل يقول في مقال نشر « بمجلة الميتافيزيقيا والأخلاق » ، سنة ١٩٠٦ ص ٦٣٠ : « إن القضايا الأولية التي تبدأ منها الاستدلالات في المنطق الرياضي يجب ، قدر الإمكان ، أن تكون بينة بالبيان . ولكن هذا ليس ضرورياً كل الضرورة ، وعلى كل حال فليس هذا السبب الوحيد في اتخاذها . وإنما السبب استقرائي ، أعني أنه ، من بين نتائجها المعلومة ( ومن بينها هي نفسها ) كثير منها يبلو صادقاً للبيان ، ولا شيء منها يبلو باطلًا ، وتلك التي تبدو صادقة لا يمكن أن تستنتج استدالاً ( حسباً يتراءى ) من نظام من القضايا غير القابلة للبرهنة ، غير متفق مع النظام الاستدلالي موضوع النظر » . ئالبيان إذن لا يتعلق إلا ب نقطة

البلد في أتخاذ المبادئ الأولية ؟ فإذا ما اتهينا منها ، اتهينا من كل إهابة بعدها أو عنصر عياني جديد طوال الاستدلال .

أما عن اليقين فقد قالوا إن المبادئ التي نصّها على رأس استدلالنا ليست من اليقين بالقدر الذي كان يزعّمه الناس . ففيلاطي يقول Vailati « إن اختيار المبادئ يتوقف على الفرض الذي يستهدفه المرء ، ويجب أن يتوقف في كل الأحوال على امتحان إضافات التوقف التي يمكن أن نصّها فيها وبينها وبين مجموع قضايا نظرية معلومة . لقد فقدت ذلك الحق الإلهي الذي بدا أن ينتها المزعومة قد منحتها إياه . فصار عليها أن تسلّم بصيرورتها مجرد مستخدمين ، لا روّاس في الجماعات الكبرى للقضايا المكونة مختلف فروع الرياضة » (« تلخيص أعمال مؤتمر الفلسفة سنة ١٩٠٠ ») .

ولم يقتصر النقد على البديهيات والمصادرات ، بل امتد أيضاً إلى التعريفات . وهو نقد بدأته مدرسة بيانو حين ميزت نماذج مختلفة من التعريف : فالبعض ، كالتعريفات بالمصادرات ، والتعريف بالتجريد ، تسمح باستخدام تصور معلوم دون أن تخل هذا التصور إلى عناصره المكونة له ؛ والبعض الآخر ، وهو التعريف الأسمى ، هو وحده التعريف الحقيق ، لأنّه وحده الذي يضع مساواة بين العناصر المعرفة وبين الكل المعرف . ثم إن كل تعريف لابد أن يكون مقتنناً بنظرية وجود *l'existence d'existence* أو مصادر وجود تقول بوجود الموضوع المعرف . وزاد رسول على هذا بأن قال : إن التعريف ليس قضية مطلقاً ، لأنّه يوزّه الوحدة ، « إذ كل قضية في جوهرها وحدة ، فإذا هدم التحليل هذه الوحدة فإن سرد المركبات سيكون دائمًا عاجزاً عن استعادة القضية . » (المبادئ The principles § ٥٤ ، ص ٥٠) . و « التعريفات ليست جزءاً من موضوعنا ، ولكنها ، بالتعبير الدقيق ، مجرد مواضعات تبيّن غرافيّة » (Riquier ص ١٢) يمكن الاستغناء عنها دون أن تتأثّر دقة الاستدلال كثيراً .

وانتهى هذا النقد إلى القول بأن المبادىء بأنواعها الثلاثة من بطيئيات ومصادرات وتعريفات ترجع في نهاية الأمر إلى إحداثها وهي المصادرات ، بوصفها قضايا ، أو بالأحرى دوال قضائية ، يصادر عليها مصادر ، وتحقق بنتائجها ، فطالما كانت لا تؤدي إلى تناقض فإنها صحيحة . وما المبادىء إذن إلا فروض غير محددة ولا قابلة للبرهنة ببدأ منها بعد أن نصادر عليها .

وإذا كان الأمر على هذا النحو ، فإن المنهج الاستدلالي الخالص سيستحيل إلى منهج فرضي استدلالي hypothético-déductive . و اختيار المبادىء يتوقف إذن على الموى الشخصى مادام ذلك مؤدياً إلى تحقيق المطلوب ، وبهذا المعنى يقول رسول : « بعض القضايا يجب أن يسلم به من دون دليل ، مادام كل استدلال يبدأ من قضايا تقررت من قبل .. وهذه ككل الأفكار الأولية ، تقوم إلى حد ما على الاختيار الاعتباطى » ( Principia ص ١٣ ) .

والنتيجة لهذا أن طابع الضرورة الذى كنا نضفه على البراهين الرياضية قد انتقض ، فلم تعد الضرورة هنا ضرورة مطلقة من كل شرط ، بل ضرورة مشروطة ، تتوقف على نوع المبادىء الذى ببدأ منه الاستدلال ، وهو نوع يتحدد حسب اختيارنا ، وليس ثمة ضرورة مطلقة لاختيار نوع دون آخر من المبادىء .

### مسار المنهج الاستدلالي

٨ — أدوات الاستدلال والبرهنة الرياضية والقياس :

للاستدلال أدوات عده أهمها القياس والتجريب العقلى والتركيب ، فلنتناول كل منها بالتفصيل :

أما عن القياس فعلينا أولاً أن نميز بينه وبين البرهنة الرياضية . وقد كان

الميزة الوحيدة الذي يوضع بينهما إلى مدة قريبة هو أن النتيجة في القياس نتيجة افتراضية ، لأن القياس لا يضمن لنا الصحة الخارجية للنتيجة بل كل ما ي قوله هو أن النتيجة يجب أن يسلم بها إذا سلمنا بال前提是 . أما في البرهنة فالمبادىء تعد صادقة بالضرورة ، والنتائج ستكون بالتالي ضرورية مضمونة الصحة خارجياً ، أي حقيقة ، ولذا يقول النطقي القديم إن « البرهنة قياس فيه المقدمات صادقة بل وضرورية » (رأيه « النطقي » ، ص ٢٧٧) .

لكن جاء الناطقة المحدثون فيزوا بينهما تمييزاً كبيراً؛ وعلى رأس من عنى بهذه المسألة هنري بونكاريه ومن بعده جاء جوبلو فقتل الصورة العليا لهذا الميزة ، وإن كان على نحو آخر غير الذي فعله بونكاريه .

بحث بونكاريه في « طبيعة البرهان الرياضي » (« العلم والفرض » ، ص ٢٨٩) فبدأ بـأن تسائل عما إذا كانت الرياضيات ، إذا كانت تقوم على أساس القياس ، لاترجع إلى تحصيل حاصل هائل . « إن القياس لا يستطيع أن يعلمنا أي شيء جديد في جوهره ؛ فإذا كان كل شيء يجب أن يخرج من مبدأ الذاتية ، فيجب أن يكون في الوسع رده إليه كذلك . . . والبرهان القياسي يظل عاجزاً عن إضافة أي شيء إلى المطابقات التي تقدمها له ؛ وهذه المطابقات تنحدر إلى بعض من البديهيات ، وليس للمرء أن يجد شيئاً آخر غيرها في النتائج ». ولكننا مع ذلك نجد الرياضي يقول لنا إنه يعمم قضية معلومة من قبل . فهل النهج الرياضي يسير من الجزئي إلى العام ؟ وإذا كان كذلك فكيف يمكن أن يسمى استدلالاً ؟ وفضلاً عن هذا فإنه إذا كان علم العدد تحليلياً خالصاً ، فيبدو أن العقل الممتاز بعض الامتياز يستطيع بنظرة واحدة أن يدرك كل حقائقه .

« فإذا لم يكن في وسع المرء التسليم بهذه النتائج ، فيجب الاعتراف بأن البرهان الرياضي نوعاً من القوة المخلقة الخاصة ؛ وأنه بالتالي يتميز من القياس » (ص ١١).

ويعقب جوبنو على هذا قائلاً إن المسألة التي نحن بحصدها هنا ليست تلك التي عرض لها كنت في «قد العقل المجرد» حين تساءل فقال: كيف يمكن أن تقوم أحكام تركيبية قلبية؟ ذلك أن كنت كان لا يزال على ثقة مطلقة بمقاييس المطابقة؟ وهو يرى أنه إذا كانت الرياضة ليست مجرد تعميل حاصل، فما ذلك إلا لأن مبادئها أحكام تركيبية تحتوى ضميناً كل ما على البرهان أن يقوم بعرضه صراحة. ويحمل هذه المسألة التي أثارها بأن يبين كيف يمكن أن تكون هذه الأحكام قلبية وليس تبخرية، على أساس أنها ناتجة عن تطبيق القواعد على العيانات الخالصة. وكل العلم الرياضي إذن، ما كان منه وما سيكون، متضمن على سبيل الإمكان في كلية الأحكام التركيبية القلبية؛ ومهمة البرهنة أن تستخرج به بواسطة القياس.

أما المسألة التي نحن بإزائها هنا فهي أن البرهان الرياضي يأتي بحقيقة جديدة لم تكن متضمنة، لا ضميناً ولا صراحة، في المبادئ؛ وأنه خصب مبدع خالق فعلاً. وهذه خاصية البرهان الرياضي، ولا يجدى في هذا الصدد أن يقال في تفسير ذلك إن التعريفات هي التي تأثرت بخواص جديدة، على أساس أن كلامها يتم بواسطة خاصة تحتوى على كل خواص المعرف الباقي. أجل إن التعريف يدخل تصوراً جديداً، ولكنه لا يحتوى على أكثر مما يعبر عنه. فالتساوی في الزوايا ليس متضمناً في التساوى في الأضلاع بالنسبة إلى المثلث المتساوی الأضلاع؛ ولكنه «ناتج» عنه.

«فالمسألة هنا ليست مسألة اندراج تصور في آخر، ولا اندراج حكم في حكم آخر؛ وإنما هي مسألة توقف حكم على حكم آخر. وخطأ المنطق الصوري في أنه خلط بين صلة الإنتاج وصلة الإندراج» (جوبلو: المنطق، § ١٦٢).

لابد إذن من التمييز الدقيق بين القياس والبرهان الرياضي، على أساس أن

البرهان رياضي يتضمن جملة، بينما التفاس تحصيل حاصل مستمر. فكيف فسر  
هذا الفارق؟

فسره بونكاريه بقوله إن البرهان الرياضي يقوم على أساس البرهان بالإثابة  
*raisonnement par récurrence*، أو ما يسمى أيضاً باسم الاستقراء الرياضي،  
نظراً للشبه بينه وبين الاستقراء التجريبي، إذ كلاهما يعمم، بأن ينتقل من حالة إلى  
التطبيق على كل الأحوال. ولكن بين كلا الاستقراءين فارقاً كبيراً،  
من حيث أن الاستقراء التجريبي يبدأ من الواقع منتقلًا إلى القوانين،  
وليس به دقة، بل فيه عنصر المجازة وعدم الإحكام؛ أما الاستقراء  
الرياضي فدقيق يبدأ من خاصية أساسية لسلسلة الامتناهية من الأعداد الصحيحة  
القائمة على أساس أن كل عدد مكون بإضافة الوحدة إلى العدد السابق، إلى غير  
نهاية، منتقلًا إلى تطبيق هذه الخاصية على بقية سلسلة الأعداد الامتناهية.

وهذا البرهان بالإثابة هو في نظر بونكاريه «البرهان الرياضي من الطراز الأول»  
و «هو النموذج الحقيق للأحكام التركيبية القبلية» («العلم والفرض»، ص ٢٣).

ويمكن أن يصاغ بدقة على نحو ما فعل جيلو هكذا:

إذا فرضنا أن علينا أن نبرهن على الإضافة:

$$(1 + 1) = 1 + 1$$

حيث ١ عدد موجب، و ٢ عدد صحيح مساوٍ أو أكبر من ١  
نبدأ بأن «نبرهن» على أنه إذا كانت هذه الإضافة صحيحة بالنسبة إلى  
عدد ما ولكن ١، فإنها صحيحة بالضرورة بالنسبة إلى  $1 + 1$ ؛ أو بتعبير آخر  
أنه إذا افترضنا أن اللامتساوية.

$$(1 + 1) = 1 + 1 \quad (1)$$

صحيحة ، فإنه ينبع من هذا الامساواة

$$(٢) (١ + ١ + ١) < ١ + (١ + ١ + ١)$$

وللبرهنة على هذا ، اضرب كلا حدی الامساواة رقم (١) في  $1 + ١$  :

$$(١ + ١ + ١) < ١ + ١ + ١ + ١ + ١$$

أو ، بوضع  $(١ + ١)$  عاملان ،

$$(١ + ١ + ١) < ١ + (١ + ١ + ١ + ١)$$

وبالأولى والأخرى ، مادامت  $١ + ١$  < صفر :

$$(١ + ١ + ١) < ١ + (١ + ١)$$

وذلك هي الامساواة رقم (٢) .

ولكنني لا أعرف بعد ما إذا كان ثمة عدد م تتحقق الامساواة رقم (١) بالنسبة إليه . وكل ما أعرفه هو أنه إذا كانت الخاصية (١) صادقة بالنسبة إلى العدد م ، فإنها صادقة كذلك بالنسبة إلى  $M + ١$  .

«فأتحقق» أنها صادقة بالنسبة إلى  $M = ٢$  ، لأنها متصرّف :

$$(١ + ١) < ١ + ٢$$

أو

$$1 + ١ + ٢ < ١ + ٢ + ١$$

وهذا واضح .

فلا كانت الخاصية صادقة بالنسبة إلى  $M = ٣$  ، فإنها صادقة بالنسبة إلى  $M = ٤$  .  
وصادقة كذلك بالنسبة إلى  $M = ٥$  ، وهكذا إلى غير نهاية .

فالبرهان بالإنابة ينحصر فيما يلي : إذا كان ، من ناحية ، أنها إذا فرضنا أن خاصة ما صادقة بالنسبة إلى العدد  $m$  ، فإنه ينتج عنها أنها صادقة أيضاً بالنسبة إلى  $m + 1$  ، أيًّا ما كانت  $m$  . وإذا كان ، من ناحية أخرى أنها نعرف ، بالتحقيق أو البرهان ، أنها صادقة بالنسبة إلى عدد معلوم  $u$  ، فإنها صادقة بالنسبة إلى كل الأعداد ابتداءً من  $u$  ، إذ يمكن أن نمتد بها من  $u$  إلى  $u + 1$  ، ثم إلى  $(u + 1) + 1 \dots$  وهكذا إلى غير نهاية . وفي هذا التقدم إلى غير نهاية أريد أن ينظر إليه أنه مماثل للبرهان الاستقرائي (جوبلو ، § ١٦٣) .

والمميز الرئيسي للبرهان بالإنابة أنه يتضمن ما لا نهاية له من الأقىسة المركبة في صيغة مفردة ، من الأقىسة الشرطية قطعاً ؛ إذ يمكن أن تصانع كالتالي :

النظرية أو الخاصة صادقة بالنسبة إلى العدد ١

وهي إذا كانت صادقة بالنسبة إلى ١ ، فإنها صادقة بالنسبة إلى ٢

هي صادقة بالنسبة إلى ٢

وهي إذا كانت صادقة بالنسبة إلى ٢ ، فإنها صادقة بالنسبة إلى ٣

هي صادقة بالنسبة إلى ٣ ، وهكذا باستمرار .

والشاهد هنا أن نتيجة كل قياس تكون صغرى بالنسبة إلى التي تليها ؛ وأن المقدمات الكبرى في كل هذه الأقىسة ، يمكن أن ترد إلى صيغة مفردة واحدة .. والبرهان بالإنابة أداة نافعة دائمًا ، لأنه ، بسبب كونه يهوي ، لنا أن نختار بوابة واحدة كل ما نود اجتيازه من خطوات ، يعيينا من التحقيقات الطويلة المملاة للتعبة . وهو يدلنا على أننا حتى في ميدان الحساب الأولى ، نستخدم أيضًا فكرة اللامتناهى الرياضى ، وبدونها حقًا لا يمكن أن يقوم علم ، لأنه لن يكون ثابت كلّي .

وَقَاعِدَةُ الْبَرْهَانِ بِالْإِنَابَةِ لَا يَكُنْ أَنْ تَكُونَ صَادِرَةً لَنَا عَنِ التَّجْرِيَةِ ، لَأَنَّ كُلَّ  
مَا نَسْطِيعُ التَّجْرِيَةَ أَنْ تَعْلَمَنَا إِيَاهُ هُوَ أَنَّ الْقَاعِدَةَ صَادِقَةٌ بِالنِّسْبَةِ إِلَى الْأَعْدَادِ الْعَشْرَةِ  
أَوِ الْمِائَةِ الْأُولَى مَثَلًا ، وَلَكِنَّهَا لَا نَسْطِيعُ أَنْ تَبْلُغَ السَّلْسَلَةَ الْلَّامِتَاهِيَّةَ مِنَ الْأَعْدَادِ  
بَلْ تَقْتَصِرُ عَلَى جُزْءٍ مَعِينٍ مِنَ السَّلْسَلَةِ فَقَطْ .

كَأَنَّهُ لَا يَكُنْ أَنْ يَعْدُ مَوْاضِعَةً وَاصْطِلَاحًا ، كَمَا هِيَ الْحَالُ بِالنِّسْبَةِ إِلَى بَعْضِ  
مَصَادِرَاتِ الْمِهْنَدَسَةِ « فَلِمَذَا هَذَا الْحَكْمُ (أَيْ حَكْمُ الْبَرْهَانِ بِالْإِنَابَةِ) إِنْ يَفْرَضُ  
نَفْسَهُ عَلَيْنَا بَيِّنَةً لَا سَبِيلٌ إِلَى دُفْعَاهَا ؟ لَأَنَّهُ لَيْسَ إِلَّا تَوْكِيدُ قُوَّةِ الْعُقْلِ الَّذِي  
يَعْرُفُ نَفْسَهُ قَادِرًا عَلَى تَصْوِرِ التَّكْرَارِ إِلَى غَيْرِ نَهَايَةٍ لِفَعْلٍ وَاحِدٍ ، مَا دَامَ هَذَا  
الْفَعْلُ كَانَ مُمْكِنًا مَرَّةً . فَلِلْفَعْلِ عَنْ هَذِهِ الْقُوَّةِ عِيَانٌ مُبَاشِرٌ ، وَلَا يَكُنْ أَنْ تَكُونَ  
الْتَّجْرِيَةُ بِالنِّسْبَةِ إِلَيْهِ غَيْرَ مَنْاسِبَةً لِمَسْتَخْدَامِهَا ، وَبِهَذَا ، لِلشَّعُورِ بِهَا » (بُونَكَارِيَّهُ ،  
« الْعِلْمُ وَالْفَرْضُ » ، ص ٢٣—٢٤) .

وَيَرِي بُونَكَارِيَّهُ أَنَّ هَذَا النَّوْعُ مِنَ الْبَرْهَانِ يَوْجِدُ فِي كُلِّ الْبَرْهَنَاتِ الْرِّيَاضِيَّةِ  
فِي وَاسْطِعَتِهِ يُوْسِعُ الْجَبَرَ مِيَادِانَهُ . إِذْ نَحْنُ نَجْعَلُهُ فِي مُسْتَهْلِكِ التَّحْلِيلِ الْلَّامِتَاهِيِّ .  
وَهُوَ يَتَدَخُّلُ فِي كُلِّ حَالَةٍ يَجْتَازُ فِيهَا الْرِّيَاضِيُّ هُوَ ضَامِنًا لِنَفْسِهِ مِيَادِانًا جَدِيدًا .

تَلَكَ إِنْذِنَ نَظَرِيَّةِ بُونَكَارِيَّهُ فِي طَبِيعَةِ الْبَرْهَانِ الْرِّيَاضِيِّ ، وَتَلَكَ إِنْذِنَ مِيَادِيَّا  
الْبَرْهَنَةِ الْرِّيَاضِيَّةِ عَنْهُ .

٩ — وَلَكِنْ جُوبِلُو لَا يَذَهِبُ مَعَهُ إِلَى هَذَا الْحَدِّ ، بَلْ يَقُولُ إِنَّ الْبَرْهَانَ  
بِالْإِنَابَةِ صُورَةٌ مِنَ الْبَرْهَانِ خَاصَّةٌ جَدًّا وَيَكُنْ تَمْيِيزُهَا بِكُلِّ وَضْوَحٍ ؟ فِي الْجَبَرِ  
بَرْهَنَاتٌ حَقِيقِيَّةٌ عَامَّةٌ لَا تَرْدِدُ إِلَيْهِ . وَيَقْدِمُ سَبِيلُنِي يَحْمِلُنَاهُ عَلَى عَدْمِ النَّظَرِ إِلَى الْبَرْهَانِ  
بِالْإِنَابَةِ عَلَى أَنَّهُ التَّوْذِيجُ الْوَحِيدُ لِلْبَرْهَنَةِ الْعَامَّةِ لِلْعِصْمَةِ : هَمَا أَوْلَا : أَنَّهُ لَا يَنْطَقُ

إلا على سلسلة الأعداد الصحيحة ؛ — ثانياً : أنه يحتوى على الأقل على برهنة وهو وبالتالي عاجز عن تفسيرها .

(١) أما من حيث التالية الأولى فإنه يلاحظ أنه إذا كان صحيناً أن الرياضيات تمثل دانناً إلى أن تطبع بطابع العدد ، وأن علماء الرياضة يريدون قدر المستطاع وكثيل أعلى للرياضية أن يستبدلوها بما يقوم على العيان — التحليل الخالص ، وأن رياضياً مثل ركيه Riquier يقترح العدول عن الهندسة العيانية بوصفها منهجاً عتيقاً ضيقاً قد صار غير مفيد حتى لم يكن بإسقاطها من بين ثبت العلوم ؛ يقول إنه على الرغم من هذا الاعتراض الوجيه ، فإن جوبلويرى أنه لا زالت للبراهين القائمة على العيان في الهندسة قيمتها التي يجب أن ينظر فيها المنطق . وإذا قيل إننا نلتقي بالبرهان بالإثابة ، على درجات متفاوتة في الظهور ، في كل الأحوال التي يبرهن فيها على خاصة عامة بمعرفة حالة جزئية ممتازة ، لأن البرهنة على الخاصة العامة تقوم في أن نعم بالنسبة إلى سلسلة لا متناهية من الأحوال ما يبرهن أو ما حقق بالنسبة إلى إحداها ، حتى أن فكرة السلسلة غير المحدودة من الأعداد تدخل فيها . فثلا حين نبرهن على أن مجموع زوايا المضلع ذي أضلاع يساوى  $2\pi$  — (٢) من الزوايا القائمة ، فإن ما يغفله غالباً هو أن نبرهن على أنه يربط رأس بقية الرؤوس في المضلع ، نحن نخل المضلع إلى عدد من المثلثات بقدر ما به من أضلاع ناقصاً اثنان ؟ ونحن نغفل هذا معتقدين على أن عيان الشكل يعد كافياً ، ولا حاجة بعد إلى البرهنة . حتى إذا ما استبدلنا ضاعماً من المضلع بخط منقسم إلى قطعتين ، نجحنا فيكون لدينا أضلاع قدرها  $1 + 1$  ، فإن عدد المثلثات يزيد بقدر الوحدة . فإذا كان صحيناً أن مجموع زوايا المضلع ذي أضلاع يساوى  $2\pi$  — (٢) زوايا قائمة ، فإنه ينتج عن هذا أن مجموع زوايا المضلع

ذى ع + أضلاع يساوى ٢ [ (ع + ١) - ٢ ] زوايا قائمة . وهكذا نستمر معهين تلك الحالة الخاصة على كل الأحوال غير المحدودة . إن كان هنا صحيحاً ، فإنه ليس من الضروري السير على هذا النحو . بل في وسعنا أن نسلك سبيلاً آخر ، أفضل من الأول ، هو أن نختار نقطة ملائمة في داخل المضلع ، ونحر منها خطأ إلى كل رؤوس المضلع ، فيكون لدينا حينئذ من المثلثات بقدر ما هنالك من عدد الأضلاع . ولما كان مجموع زوايا هذه المثلثات كلها ينقسم إلى قسمين ، أحدهما هو مجموع زوايا المضلع ؛ والآخر هو مجموع الزوايا المتجاوزة حول النقطة وقدره دائماً ٤ زوايا قائمة . وليس في هذا برهان بالإثابة ؛ فنحن لا ننتقل هنا بعملية غير محدودة من عدد إلى عدد ثالث ، إنما الذي فعله هو أن نبرهن على أن عدد المثلثات المرسومة يساوى ، أيما ما كان قدره ، عدد أضلاع للمضلع .

(ب) والسبب الثاني أهم من الأول . فإن البرهان بالإثابة يحتوى على برهنة على الأقل ، برهنة أهم كثيراً من الانتقال التقديري من عدد إلى العدد التالي لأنها بالبرهنة على أن الخاصة المعتبرة صادقة بالنسبة إلى  $M$  هي صادقة بالنسبة إلى  $M + 1$  ، نحن نبرهن فعلاً على مشروعيه هذا الانتقال .

ويختتم هذا النقد بأن يقول إن البرهنة لا تنتقل هنا من الخاص إلى العام ؛ وإنما تسير من اللايمانس إلى اللايمانس . ولا يستطيع القياس أن يفسر هذا كما لا يستطيع أن يفسر الحالة الأولى ، حالة الانتقال من الخاص إلى العام . فالخاصة الصادقة بالنسبة إلى  $M + 1$  ليست « محتواة » في الخاصة المعتبرة صادقة بالنسبة إلى  $M$  ؛ ولكنها « مركبة مع » الخاصة المعتبرة صادقة بالنسبة إلى  $M$  .

١٠ — وقبل أن نعرض نظرية جوبلو في « التركيب » وهي التي يحاول بها

أن يفسر طبيعة التعميم في البرهنة الرياضية وطبيعة البرهان الرياضي عموماً، ناق  
نظرة على هذا النقد. فنقول، أما فيما يتعلق بالنقض الأول، فإن رأى جوبلو  
يبدو اليوم قدّيماً، بعد أن تطورت عملية احتساب الرياضة تطوراً هائلاً فكذا  
نتهي تقريراً إلى عد الحساب الأساس لكل رياضة، وهذا معناه أيضاً  
اعتبار نظرية العدد، كما عرفناها من قبل بالتفصيل، هي نظرية البرهان الرياضي  
فبونكاريه إذن على حق من هذه الناحية ولكنّه مخطئ، حين يعتبر البرهان  
بالإنابة مبدأ سرياً أو قوة عجيبة من قوى الروح الإنسانية. ورسل على حق في  
أن ينقدوه في هذه الناحية، كاصناعه من قبل، فإن الاستقراء الرياضي ليس  
مبدأً، ولكنّه تعريف، وهناك أعداد يمكن أن ينطبق عليها، بينما توجد أخرى  
(الأعداد عبر النهاية) لا يمكن أن ينطبق عليها. فنحن «نعرف» الأعداد  
الطبيعية بأنّها تلك التي يمكن أن ينطبق عليها برهانين بواسطة الاستقراء الرياضي  
أى أنها تلك التي تملك كل الخواص الاستقرائية. وينتّج عن هذا أن مثل هذه  
البرهانين يمكن أن ينطبق على الأعداد الطبيعية، لا بفضل أى عيان أو بديهية  
أو مبدأ سري، ولكن كقضية لفظية خالصة... ومبدأ الاستقراء الرياضي يمكن  
أن يصاغ بطريقة عامة في صورة كهذه: «ما يمكن أن يستدل به من تال إلى  
تال يمكن يستنتج من أول إلى آخر، وهذا صادق إذا كان عدد الخطوات  
المتوسطة بين الأول والآخر متناهياً لا في الحالة الأخرى» («المدخل إلى الفلسفة  
الرياضية»، لندن سنة ١٩٣٨، ص ٢٧)، أى في حالة الأعداد اللامنهائية أو الغير  
نهائية. وإنصافاً لبونكاريه، نقول أيضاً إن لم يرجع كل برهان رياضي إلى  
البرهان بالإنابة، وكل ما فعله هو أنه رأى فيه طريقة الرياضي في التعميم.

أما السبب الثاني الذي ساقه جبلو في نقضه، فهو وجيه في الظاهر. ففناً نحن  
نرى في البرهان بالإنابة برهنة هي تلك التي تقوم بها للبرهنة على أن الملاحة المعتبرة

صادقة بالنسبة إلى  $M$  صادقة أيضاً بالنسبة إلى  $M + 1$ ؛ ولكن من السcken أن يرد على هذا بأن يقال إن هذه البرهنة خاصة بإثبات صحة مبدأ البرهان بالإنابة، وليس دالة في المبدأ نفسه كمبدأ البرهان الرياضي، إذ أن البرهنة على وجود شيء ليس دالة في هذا الشيء.

١١ — أما نظرية جبلو خلاصتها أن البرهنة الهندسية (وليلاحظ قوله «الهندسية»، لأنها إنما يتحدث عن البرهنة القائمة على العيان) على نحوين: ١) كل برهنة تسير من المفرد *singulier* إلى العام *général*، وتقوم على أساس إثبات إضافة ضرورية بين خاصتين لا متجانستين؛ وهذا ما لا يمكن أن يتم بواسطة أي قياس أو أي مجموع من الأقيسة. ٢) بعض البرهانات تسير من الخاص إلى العام *général*، وهذا ما لا يمكن أيضاً أن يفسر بواسطة أي برهان قياسي.

١ — فلابرهنة على أنه، في مثلث متساوي الساقين، الزوايا المقابلة للضلعين المتساوين متساوية، نحن نفصل المثلث عن نفسه، إن صح هذا التعمير، بواسطة الفكر، ثم نطبقه من جديد، مقلوباً، على الآخر الذي نتوم أنه خلفه على السبورة. وحينئذ نلاحظ أن الزاوية المرسومة بين الضلعين المتساوين تقوم على أثراها، وأن كل ضلع من أضلاع هذه الزاوية يقوم محل أثر الضلع الآخر المتساوي له. «والقيام محل» بالنسبة إلى الضلع الثالث ينبع عن المبدأ القائل بأن النقطتين لا يمكن أن ترتبطا إلا بمستقيم واحد. ثم تتحقق *constate* أخيراً من أن كل زاوية من الزوايا المقابلة للأضلاع المتساوية تقوم محل أثر الأخرى. فكأن البرهنة قد قامت إذن على أساس «عملية» *opération* «وتحقق» *constatation* من النتيجة المتحصلة.

ولا يقصد من هذه العملية أنها عملية يدوية ، بل هي عملية عقلية ؟  
كلا لا يقصد من التحقق ، التحقق الفزيائي ، الذي يمكن أن تقوم به بواسطة  
آلات القياس ، إنما يقصد به التتحقق الشعاعي . وكل البرهنات الهندسية (العيانية)  
تقوم على أساس أمثلة جزئية لأن العملية والتحقق لا يمكن أن يتفاوتا ، حتى لو كانا  
عقليين ، إلا على أساس شكل مفرد .

وثانياً : بعض البراهين في الرياضة تنتقل من الخاص إلى العام ، وهذا يحدث  
بأن نأتي بحالة ممتازة تكون أبسط من الأحوال المركبة ثم تنتقل من هذه الحالة  
الجزئية الخاصة إلى القانون العام أو إلى الامتداد بهذه الخاصية إلى أشياء أكثر  
تعقيداً مما كان من قبل بالنسبة إلى تلك الحالة الجزئية . فمثلاً لاستخراج عدد  
الزوايا التي يشملها مضلع ، نبدأ بالحالة البسيطة لهذا الشكل الهندسي وهي حالة  
المثلث ونحوه نعرف أن مجموع زواياه = ٢٠٠ . ثم نجزي ، المضلع إلى عدد من  
المثلثات بقدر ما تسمح به الأضلاع ، فيكون لدينا حينئذ عدد من المثلثات بقدر  
عدد الأضلاع ، وهناك في الوسط ، في النقطة التي تتفاوت عندها رؤوس هذه  
المثلثات ، توجد زاوية قائمان . فنستطيع بعد هذا أن نستخرج عدد زواياه على  
أساس القاعدة أو الصيغة : ٢٠٠ (ع - ٢) .

فالملاحظ هنا أننا بدأنا بحالة ممتازة هي حالة المثلث ثم امتدنا بهذه الحالة  
الممتازة إلى حالات عامة هي حالة أي مضلع كان ، وتحققنا أخيراً من الصيغة  
العامة التي صيغ بها القانون . وكأننا هنا أيضاً بإزاء عمليتين : عملية تركيب  
أو بالأحرى تجزئة المضلع إلى مثلثات ، ثم عملية مشاهدة هي مشاهدة أن هذا  
المضلع يحتوى من المثلثات بقدر عدد الأضلاع : وبطرح الزاويتين القائمتين  
المكونتين لمجموع زوايا رؤوس المثلثات المكونة ، تنتهي لدينا الصيغة الدالة عن  
عدد ومقدار زوايا المضلع .

وبهذا تتلخص نظرية جوبلو أولاً في أننا في حالة كل البراهين الرياضية نعم بعملية تركيب وبناء ، ابتداء من حالة جزئية . وليس الأمر هنا أمر تتعديل تعصياً ببدأ منها ، لأننا نضع خواص بين صفات لا متجانسة . في حين صفة كون المثلث شكلًا ذا ثلاثة أضلاع وبين صفة أخرى هي صفة الزوايا نضع خاصية ماهي كون مجموع زواياه يساوى قائمتين ، وكون مجموع الزوايا = ٢٠ لا يستخلص بالتحليل من كون المثلث شكلًا ذا ثلاثة أضلاع . وعلى هذا فنحن بإزاء عملية بناء ولستنا بإزاء عملية تحليل ، لأن الروابط والإضافات التي نضعها إنما نضعها بين صفات لامتجانسة .

وقد يعرض على هذا بأن يقال إن هذا يتعلق بالمنسدة القديمة التقليدية . ويرد جوبلو على هذا بأن يقول إن الخبر نفسه يقوم على أساس التركيب لأن في المعادلات والتحوليات لا يقوم ب مجرد استخلاص صين من صين أو معادلات من معادلات وإنما نحن نضع خواص لها ارتباط وهذه الخواص لا متجانسة ؛ وبهذا لا تكون في الواقع إزاء عملية تحليل . ويمكن وبالتالي رد جميع المسائل الرياضية إلى عمليات أى تركيبات بنائية تقوم بها فعلاً أثناء البرهنة . ويقتبس في هذا الصدد كلام Arthur Hannequin حيث يقول : « إن العقل لا يستطيع أن يدرك ويفهم تماماً إلا ما يستطيع أن يركبه » .

أما التفاس فلا يرى له جوبلو إلا مجالاً ثانوياً وذلك كخطوة انتقالية إبان البرهان أو على حد تعبيره المجازي هو فقرة من فقرات البرهنة ، وهذه الفقرة من شأنها أن تطلي للبرهان الرياضي دفقة المطوية ، بينما من شأن قدرة العقل التركيبية البنائية أن تضمن خصب العقل .

### التجربة العقلية :

ويتصل بهذا الأمر تلك الناحية الأخرى التي تترجح بين النتيجة التجريبية والنتيجة الاستدلاليّة ونعني بها مسألة التجربة العقلية . وهي ناحية قد عنى بها كل العناية أرنست مانخ Mach في كتابه « المعرفة والخطأ » في الفصل الموسوم باسم « التجربة العقلية » *l'expérimentation mentale* ثم أتى من بعد « رينيانو » Rignano و ذلك في كتابه *Psychologie du raisonnement* « نفسانية البرهان » ، فارجع كل أنواع البرهان تقريرًا إلى التجربة العقلية . والتجربة العقلية معناه بصورة عامة أن يقوم الإنسان في داخل عقله بكل الفروض والتحقيقات التي قد يبيئس أولاً يقينه أن يقوم بها في الخارج وينقسم إلى أنواع وأهمها اثنان : التجربة العقلية انتللياً ، والتجربة العقلية العلمي . أما الأول فهو ذلك النوع من التأملات الخيالية وضرب الفروض بعضها في بعض مما أبدع فيه الشعراء وأصحاب الخيال الجامح . وهو طبعاً لا قيمة له من ناحية العلم ؛ والآخر هو وحده ذو القيمة العلمية ، لأن الفروض فيه لا تقوم على موضوعات وهية مختلفة ، إنما تقوم على وقائع يجرب عليها الإنسان الأوضاع المختلفة أو الفروض العديدة ويستخرج النتائج التي تؤدي إليها هذه الفروض — وكل هذا يجري في داخل الذهن . فكل عالم قبل أن يتحقق شيئاً في الخارج يتصور كل ما يريد عمله وكل جهاز يريد أن يركبه . فاستيقظون مثلاً كان يعرف العجلات والعربات وقوّة البخار ولكنّه قبل أن يكون بها الجهاز الذي يعرف بالقاطرة أو الآلة البخارية عامة ، كان يعرف في ذهنه قبل ذلك هذه القاطرة وتصور في ذهنه هذه القاطرة بكل أجزائها كما تصور كيف يمكن أن يكون الاحتكاك وأى مقدار من القوّة الحرارية يجب أن تستخدم لجر كذا أو كذا من الأثقال ... إلى آخر تلك الأشياء

التي تكون القاطرة الواقعية في الخارج . كل هذا قد أدركه بعقله ، وركبه في داخل الذهن وذاته يقوم بتجربة فزيائية ولكنها في داخل الذهن ، فهو يفترض الفروض في داخل الذهن ، ويستبعد مالا يمكّن أن يتحقق أيضاً في داخل الذهن ، ويستبعد كل الفروض التي يرى أنها غير وافية لتركيب الشيء الذي يراد تركيبه ، إلى آخر تلك الأمور التي تقوم بها في التجربة الواقعية العادي ( التجربة الفزيائي ) .

ولهذا النوع من التجربة فائدة كبيرة : أولاً من حيث الاقتصاد في العمل . ذلك لأن القيام بهذا التجربة في داخل الذهن لا يكلف المرء شيئاً من الناحية المادية فلا يكسر جهازاً ولا يستنفذ مواد أولية ، ولا يكون مثل التجربة الفزيائي الذي يحتاج إلى فترة طويلة ، إلى آخر كل هذه الأشياء التي ينبع عن القيام بها عقلياً غسب كثير من الاقتصاد في الوقت والجهد والماد والنفقات . ثانياً : هذا التجربة العقلية قد يسمح بفرض فرض جريئة قد لا تتجه إلى اتخاذها لو أنها بإزاء تجربة فزيائي واقعى ، ومن الممكن أن تتحقق هذه الفرضيات بالفعل ، لأن الحرية الميسرة للعقل في هذه الحالة أكبر منها في حالة التجربة الفزيائي الذي كثيراً ما يشتت الذهن ويصرفه عن الإدراك المتحقق للنسب العامة التي هي الأصل في كل نظرية مما يولد من جديد فروضاً خصبة تؤدي إلى اكتشاف نتائج أهم وأحسن . والشاهد على هذا ما فعله كثير من العلماء وعلى رأسهم خصوصاً جاليليو – إذ استطاع القيام بكل هذه الأبحاث الكبيرة في قتل الأجسام قبل أن يتحققها عملياً في الخارج واتقن بصحتها قبل أن يجريها في الخارج . واتجاه هذا الاتجاه تجريرياً ديكارت ، وإن كان حظه من التجربة العقلية غير مشجع على إجراء هذا النوع من التجربة ولكنه قال على العوم : إنني أستطيع أن أستغني عن إجراء أي تجربة فزيائية خارجية لأنني أقدر أن أدرك

فِي ذَهْنِ كُلِّ الْعَمَلَيَاتِ لِلْمَكْنَةِ . وَطَبِيعًا هَذَا الاتِّجَاهُ يَنْشَأُ عَنِ النَّزَعَاتِ الْرِّياضِيَّةِ الْفَالَّهِرَةِ . وَإِنْ كَانَ الثَّانِي قَدْ وَفَقَ ، وَالْأُولُّ قَدْ أَخْفَقَ .

وَلَا يَقْتَصِرُ هَذَا التَّجْرِيبُ الْعُقْلِيُّ عَلَىِ الْفِيَزِيَّاءِ وَالْعِلُومِ الْطَّبِيعِيَّةِ بِوَجْهِ عَامٍ ، بَلْ يَمْتَدُ إِلَىِ كُلِّ الْعِلُومِ الْرِّياضِيَّةِ فَعَنْ نِسْطَعِيْنِ أَنْ تُجْرَىَ بِرَاهِينَ لَا حُصْرَ لِمَافِي دَاخْلِ الْذَّهَنِ ، فَيَا يَتَّصِلُ بِنَظَرِيَّةِ هَنْدِسِيَّةِ . فَدُونَ حَاجَةٍ إِلَىِ أَقْلَمِ يَرْسِمُ لَنَا الْأَشْكَالَ الْهَنْدِسِيَّةَ نُسْطَعِيْنِ أَنْ تَنْفَرِضَ الْفَرَوْضُ وَأَنْ نَسِيرَ فِي التَّحْلِيلِ عَائِدِيْنَ ، أَوْ بِنَدَأْ مِنَ التَّرْكِيبِ مُتَقْدِمِيْنَ ، إِمَّا لِبَرْهَنَةِ عَلَىِ نَظَرِيَّةِ مَعْلَوْمَةِ أَوْ لِبَيَانِ تَنَاجِعِ خَاصَّةِ مِنْ نَظَرِيَّةِ مَا — وَفِي هَذَا كَلِهِ نَحْنُ نَقْوِمُ بِعَمَلِيَّةِ تَجْرِيبِ عُقْلِيٍّ كَالْحَالِ تَمَامًا فِي التَّجْرِيبِ الْفِيَزِيَّيِّ .

وَلَئِنْ لَمْ يَكُنْ لَنَا الْحَقُّ فِي أَنْ نَذْهَبَ إِلَىِ مَا ذَهَبَ إِلَيْهِ رَنِيَانُو مِنَ القُولِ بِأَنَّهُ الصُّورَةَ الْعَامَةَ لِكُلِّ تَفْكِيرٍ فَإِنَّهَا لَا شَكَ فِيهِ أَنَّهُ يَلْعَبُ دُورًا خَطِيرًا فِي تَكْوِينِ التَّجْرِيبِ الْرِّياضِيِّ وَالْتَّجْرِيبِ الْفِيَزِيَّيِّ عَلَىِ السَّوَاءِ ، كَمَا سَرَىَ عِنْدَ الْكَلَامِ عَنِ الْمَهْجِ الْتَّجْرِيبِيِّ .

صُورَةِ الْوَسْتِرَولِ :

- ١ — الْاِسْتِدَالَالِ بِلَا غَرْضٍ مَعِينٍ ؟
- ٢ — إِذَا عَلِمْتَ لِدِينِنَا قَضِيَّةً وَيَرَادُ الْبَرْهَنَةُ عَلَىِ صِحَّتِهَا أَوْ فَسَادِهَا نَلْجَأُ إِمَّا إِلَىِ التَّحْلِيلِ الْحَصْلِ analyse poristique أَوْ إِلَىِ التَّرْكِيبِ synthèse ؟
- ٣ — إِذَا أَرِيدَ مَعْرِفَةُ الْمُنْصَرِ الْمُجْهُولِ بِوَاسْطَةِ مَالِهِ مِنْ رَوَابِطٍ مَعِنَاصِرِ مَعْلَوْمَةٍ ، نَلْجَأُ إِلَىِ :

(أ) التَّحْلِيلُ الْبَاحِثُ zététique

(ب) التَّرْكِيبُ synthèse

للاستدلال صور عدة تقوم إما على الغاية التي نشدها منه ، أو على طريقة البرهنة ومنهجها إبان أي استدلال . ففيما يتصل بالناحية الأولى ينقسم الاستدلال إلى استدلال ذي غاية ، ويشمل خصوصاً النوع الثاني الذي ذكرناه . واستدلال ليس بذى غاية ، وهذا النوع هو المعروف غالباً في الكتب المثلية التي تقوم على أساس فروض خيالية . ومن هذا النوع مثلاً « يوتوبيا » توماس مور Thomas More ، ثم خصوصاً من الناحية الفلسفية كتاب « بلا زمان » Uchronie تأليف رنوفيه الذي افترض فيه هذا الفرض : إذا كان مركس أورليوس لم يستقل ويتنازل عن العرش فماذا كان سيحدث؟ ثم استمر في فرض هذه الفروض المائية للوقائع التاريخية من أجل أن يستخلص كل الاستدلالات التي تقوم عليها ، فهذا استدلال بلا غرض مقصود ، وإنما نحن هنا نبتدىء من فرض أو فرض ثم نحاول أن يستخرج كل النتائج التي يمكن أن يؤدى إليها . وقد يكون في هذا نوع من الغاية من ناحية المؤلف ، ولكنه يوضع في الأصل باعتباره بلاغية . ومن النوع الأدبي كتاب الرحلة إلى إيكاريا Voyage en Icarie لكايه . ولكن هذا الاستدلال ليس بذى قيمة علمية حقة ، خصوصاً أنه يقوم على فروض خيالية ، وهو في الواقع نوع من التجريب العقلى يهدف إلى النوع الخبالي الذي ذكرناه آنفأ . أما القيمة الحقيقة فهى في هذا النوع الثاني القائم أولاً إما على وجود قضية ويراد البرهنة على صحتها أو على كذبها ، أو توجد قضية معلوم صحتها وكذبها ، ويراد استخلاص النتائج التي تترتب عليها . ففى الحالة الأولى نحن نقوم بعملية برهنة من أجل النادى إلى بيان صحة أو فساد المقدمة الموضوعة أو المطروحة . وفي هذه الحالة إما أن يجعلها نتيجة ، وإنما أن يجعلها مقدمة . فإذا جعلناها مقدمة فإنما أن نفترض القضية صحيحة ثم نستخلص ما تؤدى إليه من نتائج ، فإذا كانت هذه النتائج صحيحة كانت القضية صحيحة ، وإذا لم

تكن كذلك كانت خاطئة : وإما أن نستخدم البرهان بالخلف وهو أن نفرض صحة العكس فيؤدي هذا إلى خلف وإحالة أى تنازع تناقض قضايا مسلماً بصحتها وعن طريق إثبات كذب التقيض ثبتت صحة الأصل .

وهذا المنهج في البرهنة دقيق لا غبار عليه من ناحية البرهنة المنطقية الصرف ، ولكن كما يلاحظ Cournot في كتابه « تسلسل أفكارنا » *de nos idées* L'Enchaînement يلزم العقل دون أن ينيره ؛ أى أنه رغم على الإنقاع ولكنه لا يوضح للذهن لماذا يجب الاقتناع بهذا فيظل العقل يشعر بشيء من القلق لأنه لم يستناره كافية من هذا البرهان بالخلف . والطريق الآخر هو أن نأتي بالقضية المراد البرهنة على صحتها ونفترضها صحيحة . — والصيغة الالاتقة في هذا الصدد أن يقال : أن نفترض صحة المطلوب على نحو يؤدي إلى إرضاء السؤال أى نفترض الصحة من أجل إمكان البرهنة بسهولة — فنجد أننا نصل إلى تنازع إيجابية صحيحة فيكون الأصل صحيحاً كذلك ، وفي هذه الحالة نحن نقوم بعملية تحليل محصل بمعنى أننا نبدأ من قضية ونربطها بقضية أخرى معلومة الصحة . فإن لم تكن معلومة الصحة فترتبط بقضية أخرى معلومة " الصحة " ، وهكذا إلى أن تنتهي إلى قضية مسلم بصحتها ، وبهذا التحليل الذي هو تحليل محصل *poristique* كما يسميه Viète نصل إلى الربط بين هذه القضية المعلومة أمامنا وبين قضايا أخرى معلوم صحتها . فثبتت صحة القضية الأصلية المعلومة . وقد نقوم بدلالة من هذا التحليل المحصل بتحليل باحث *zététique* وذلك بأن نفترض الفروض ونقوم بالتجربة شيئاً فشيئاً حتى نصل في النهاية إلى قضايا مسلم بها ، فهذا نوع من التحليل يختلف عن الأول في أن الأول يفترض الصحة ، والثاني لا يفترضها ويحاول بفرض الفروض أن ينتهي إلى النتيجة المطلوبة ، أعني إلى القضية

المعينة المطلوب معرفة صدقها أو كذبها. أما عملية التركيب فهي عملية عكسية تسير قدمًا وتبدأ من القضية باعتبارها صحيحة ثم تستخرج كل النتائج. وفي هذه الحالة تكون القضية الأصلية معلومة الصحة ويراد معرفة كل النتائج التي تؤدي إليها. وهذه هي الحالة العامة التي نسلك سبيلاً في تكويننا للرياضيات: فنحن نبدأ من قضياباً بسيطة ثم نركبها بعضها مع بعض حتى نصل إلى قضياباً أكثر تعقيداً وهكذا باستمرار. فالتركيب إذن تقدمي بينما التحليل ارتدادي ، لأنه يحاول أن يرتد إلى المبادىء الأصلية للقضيابا ، بينما التركيب تقدمي لأنه يبدأ من القضيابا الأولية ، مرتفعاً إلى القضيابا المركبة المترتبة عليها.

### المشاكل المطروفة :

هذه المبادىء الأولية وتلك القضيابا الأولية من أين جاءت ، وما هو المصدر الذي نستمدّها منه ؟ هنا اختلفت الإجابة على شعبتين ، وكل شعبة إلى شعبتين كذلك . فأولاً شعبة العقليين ، وثانياً شعبة التجربيين .

١ — شعبة العقليين : يحجب العقليون عن هذا السؤال على نحوين :

(١) النحو الأول بأن يقول فريق منهم إن هذه المبادىء موجودة بالضرورة في طبيعة العقل الإنساني وأنا لا نفعل بعد هذا إلا أن نطبق هذه المبادىء وتزيد في تركيبها شيئاً فشيئاً حتى نصل إلى أعلى درجات التركيب الرياضي . وعلى هذا سترتد الرياضة في نهاية الأمر إلى أن تكون درجة متقدمة أو ترقية للمنطق على حد تعبير ليينتس une promotion de la logique فالأصل أن يدرك الإنسان فكرة الإضافة الموجودة بين الموضوعات ثم ينتقل من هذه الفكرة إلى فكرة المجموع groupe ثم إلى فكرة الصنف classe وبعد هذا يستخرج فكرة العدد ثم الترتيب — إلى غير هذا من السائل الأولية التي تكون أساس

العلم الكمي . وبعد هذا تناضل هذه المسائل الأولى شيئاً فشيئاً حتى تبلغ التركيب المكون لأنى علم من العلوم الرياضية المعروفة ، ونحن إذن هذا كله لا نعتمد في الواقع إلا على قوانين المنطق الصوري البحث وعلى قوانين العقل الرئيسية ولا نهيب في أية حالة من هذه الأحوال بالعيان أو التجربة . ولذا سميت هذه النزعة باسم الصورية الرياضية *formalisme mathématique* .

(ب) والبعض الآخر الذي أتى به هذا المذهب العقل هو أن يقال إن الرياضة أقرب اتصالاً بالجزئيات وأقل تجريداً من المنطق الصوري . فقوانين الفكر خالية من كل مادة ، وهي عامة عموماً يجعل الصلة بين الأشياء الجزئية وبين قوانين النطقية بعيدة كل البعد ، بينما الرياضة تطبق على الأشياء الجزئية . لهذا أتى فريق آخر من العقليين خفف من حدة هذا القول بالصورية بأن جعل للعيان نصيباً في استخلاص الحقائق الرياضية . وهذه النزعة تقول في مجموعها بأن للعيان نصيباً في تكوين الرياضة لأن الرياضة تتعلق بالجزئي أيضاً ولا تتصر على الكل العام وحده ولهذا فإنها تعنى بالمواضيعات ولا تقتصر على مجرد الروابط الفكرية النطقية التي تنسب وحدتها إلى المنطق الصوري . ومن الذين أخذوا بهذا خصوصاً ديكارت وجيليليو . ولكن العيان هنا قد فهم بمعنىين : —

أولاً : بمعنى العيان الحسي : ثانياً : بمعنى العيان العقل . لكن أصحاب هذا المذهب لأنهم عقليون قد أخذوا خصوصاً بالعيان العقل . فديكارت أخذ به ومن قبله رجال عصر النهضة . وجاء كفت فقال إن الرياضيات تقوم على أساس نوع معين من الأحكام تختلف عن نوع الأحكام المستعملة في المنطق الصوري البحث . فالمنطق تحصيل حاصل يقوم على أساس قضايا تحليلية أى قضايا لا تأتي في مجموعها إلا بما يتضمنه الموضوع . وعلى هذا ، فإنه لا يأتى بجديد مطلقاً : وعلى العكس من هذا تندد الرياضة تقوم على أساس الجدة ؛ وهذا

لا يتيسر الا بواسطة القضايا التركيبية ، اى تلك التي يكون في مجموعها صفات لا توجد في داخل الموضوع : إن تضمناً أو صراحة . غير أن هذه الجملة ليست صادرة عن التجربة بل عن صور قلبية موجودة في طبيعة العقل الإنساني هي عبارة عن شكلول قلبية للحساسية .

ولابد لكل مضمون يأتي من الخارج في التجربة أن يدخل في هذه القوالب القلبية أو الشكول الأولية : وأهمها الزمان والمكان والعلية ، والجملة في الرياضة تقوم على عيان عقلي هو عيان الزمان والمكان والعلية . وهذا ما يجعل المحمول في القضايا الرياضية غير متضمن في الموضوع .

وأخيراً جاء پوانكاريه فقال إن الطابع الرئيسي الذي يقوم عليه البرهان في الرياضة هو ذلك الذي يعبر عنه البرهان بالإثابة وهو يقوم على أساس أن في العقل الإنساني قوة خالقة من شأنها أن تكرر الفعل حينما تعرف أن من الممكن فعله مرة واحدة . فإذا أمكن العقل الإنساني أن يقوم بفعل واحد فإنه يكرره باستمرار بقوة خاصة به ، وهذه القوة مرکوزة في طبيعته وهي بعينها قوة قلبية وليست صادرة عن التجربة . والبرهان بالإثابة الذي يعبر عن هذه القوة هو في رأي پوانكاريه النموذج الحقيقى للقضايا التركيبية الحقيقة ، أما القضايا التركيبية كالتصورها كانت ، فقد دفعني عليها ، لأنه لم يعد أحد يؤمن بأن الزمان أو المكان صورة قلبية موجودة بالطبيعة في العقل الإنساني .

وفي هذا التطور للنزعية العقلية نجد أن ثمة تطوراً نحو التقليل من قيمة الموضوعية في الرياضة . فقد كان نصيب العيان كبيراً لدى ديكارت ولكنه قل عند كنت واستحال في النهاية عند پوانكاريه إلى نوع من التواضعات والاصطلاحات الميسرة أكثراً من أن يكون عياناً بالمعنى الحقيقى وهذا ما جعل پوانكاريه يقول بوجود الفروض في الرياضة كما هي موجودة في النهج التجاربى .

والرياضية ستثال إذن إلى مجرد فروض يسقتف من تنازع بواسطة المنطق  
الخاص .

٢ — المذهب التجربى : وعلى العكس من ذلك يرى المذهب التجربى  
أن الرياضة لا تقوم على أساس المنطق ، لسبب ظاهر جداً لديهم وهو أن الرياضة  
تنطبق على الواقع ، فكيف يمكن أن تنطبق الرياضة على الواقع ، مع أنها  
ليست صادرة عن التجربة ؟ عن هذه المسألة قد أجاب المثاليون فقالوا إن الحال  
بسط وهو أن قوانين العقل هى بعینها قوانين الوجود ، فما ينطبق على العقل  
ينطبق على الوجود . فإذا كانت الرياضة تقوم على أساس تركيبات عقلية قبلية  
خالصة فإنها ستتطابق أيضاً على الواقع ، ما دام الواقع عقلياً خالصاً هو الآخر .  
أما التجربيون فقد قالوا على العكس من ذلك إن الرياضة لا تنطبق على الواقع  
إلا أنها مستمدة في البدء من التجربة ، فتاريخ العلم قد دلنا على أن الرياضيات  
قد نشأت شيئاً فشيئاً عن طريق التجربة وأنها في تطورها إنما هي نوع من التجريد  
لنتائج أتت بها التجربة أولأ ثم أحlnاها في النهاية — بعد أن استوّقنا منها أو من  
مبادئها الأولية — إلى أمور تقوم على المنطق الصورى .

وهذا المذهب قد انقسم بدوره إلى شعبتين : النزعة التجريبية الساذجة التي  
تقول بأن الأصل في الموضوعات الرياضية هو التجربة بعینها فالأصل في فكرة  
الحظ مشاهدة الحيط والسلوك ، والأصل في فكرة الدائرة قطع أى جذع من  
شجرة ، والأصل في فكرة الاسطوانة جذع الشجرة . ولسنا في حاجة إلى الرد  
على هذا المذهب الساذج كل السذاجة لأن أى خط في التجربة مهما يكن لا يمكن  
أن يؤدي إلى فكرة الخط الهندسى إذ كل خط في التجربة له عرض وسمك ،  
أما في الرياضة فليس للخط أى سماكة أو عرض . كأن الدائرة كا تتصورها  
المهندسة لا توجد في أى شيء من الموضوعات التجريبية إطلاقاً . — والنزعة

الثانية هي التجريبية المذهبة وهي التي تقول بأن الأصل في نشأة الرياضة كدلتنا تاريخها هو البدء من معطيات التجربة . ولكن بعد مرور فترة ما كانت كافية لتكوين مضمون قادر من بعد على أن ينمو بنفسه اكتفت الرياضة من التجربة بهذا القدر وأصبحت تعتمد على رأس مالها وحدها ، فزادت من التركيبات المختلفة ومن بيان الإضافات المعقدة والمتطرفة في التعقيد شيئاً فشيئاً ، وهذه التركيبات قد أقامتها على أساس البرهان المنطق ، ولكن المهم أن الخطوة الأولى قد تكونت على أساس تجربتي . وهم هنا يشيرون دائماً إلى استخدام الأشكال للرسوم في الهندسة وإلى الحل والتركيب في الحساب والجبر ، وكل هذا يدل على أننا في أثناء الرياضة إنما نقوم في الواقع بأشياء تتصل بالتجربة عن قرب .

وينتسب إلى هذا المذهب أيضاً المذهب العملي أو الفعلى أو التركيب البنائي الذي يمثله جوبلو . فهو يلوكا عرفا من قبل يقول إن القوة الخالقة المجددة في الرياضة هي قوة التركيب البنائي ، فتركيب الأشكال المختلفة في الهندسة ، ثم تركيب المعادلات بعضها مع بعض على هيئة خاصة ووضع خاص ، هنا هو الذي يعطي العقل القدرة على أن يركب من جديد وأن ينتقل باستمرار من الخاص إلى العام . فهو يفسر الجدة في الاستدلال على أساس قدرة العقل على البناء والتركيب .

ولو نظرنا بعد هذا في هذه النظريات ، لوجدنا في الواقع أن المذهب الأول ، مذهب الصوربة المنطقية الرياضية ، هو المذهب الذي يكاد يكون السائد اليوم ، خصوصاً عند أصحاب المنطق الرياضي . فكما عرفا من قبل عند كلامنا الأخير عن فكرة العدد ، قد وجدنا عند رسول ( وبشائمه في هذا كل الملاطقة الرياضيين ) وبخاصة أتباع دائرة قينا ) أن الرياضة من خلق العقل ، وهي ليست إلا مجموعة من التعريفات التي نصها في البدء إلى جانب غير قليل من الأفكار الأولية والأفكار غير المحددة ، وهذه كلها صادرة من العقل نفسه ، وكل ما فعله بعد

هذا في الرياضة هو أن تستخرج كل الإضافات الممكنة التي بين هذه الأفكار الأولية؛ وأن تزيد التركيب في التعمق شيئاً فشيئاً حتى تبلغ الرياضة العليا. ونحن في هذا لم نفعل أكثراً من أننا استغحرنا المضون الأصلي للتعرifات والbidiyiyat والأوليات؛ بل البديهيات والمصادرات تحصل بدورها إلى تعرifات ، فلمسالة سترتد في نهاية الأمر إلى مجموعة من التعرifات والاصطلاحات يضمها العقل الإنساني دون أن يستعين في هذا بالتجربة . ثم يحاول على أساس افتراض صحة هذه التعرifات أن يستخرج كل ما يمكن أن تتضمنه بواسطة الاستدلال المنطقى . وعلى هذا فليس في الرياضة عنصر تجديد ولا جدة إطلاقاً ، والأمر كله أمر تحصيل حاصل مستمر . وتحصيل الحاصل هذا لا ينشأ عن قوة سرية خاصة كما يزعم بوانكاريه ، ولا ينشأ عن مقدرة تركيبية بنائية كما يدعى جوبلو . وإنما يقوم على القوانين المنطقية المقلية الصورية المخالصة .

وأخيراً لايفوتنا أن نشير إلى رأى مايرسون الذى انتهى في كتابه « سلوك الفكر » إلى القول بأننا في حالة الاستدلال ، حتى لو قتنا بعملية تغيير في منتهى الضاللة ، فإننا في الواقع ننتقل من جديد إلى جديد مغاير باستمرار ؛ وإنه لا يوجد أى تحصيل حاصل في الفكر . حقاً توجد هوية في الصورة بين  $(a + b) = (a + b)$  ولكن لا توجد هوية بين  $(a + b) = a + 2ab + b$  فهناك تغيير مستمر وبالتالي لا يوجد تحصيل حاصل . ولكن هذا أيضاً لا يدل على أية جدة ، والحقيقة أن الرأى الذى يجب أن يتبع هو أن نقول كما قال أصحاب المنطق الرياضى إن كل شيء يتوقف على مصطلحات يضعها العقل الإنساني وضعاً ثم يستخرج العقل منها بافتراض صحتها ( والصحة هنا افتراضية بحث ) كل ما يمكن أن يستخرج منها ، وبكل هذا بواسطة القياس المخالى من كل جدة ، والرياضية إذن كلها تحصيل حاصل مستمر .

## المنهج التجريبي

رأينا في المنهج الاستدلالي أنه لا يقتصر على السير من الكل إلى الجزئي ، بل هو بالأحرى يسير من الخاص إلى العام ، وفي هذا اقتراب هائل من المنهج الاستقرائي الذي كان يعد أنه إنما يقوم على أساس الانتقال من الخاص إلى العام يعكس الاستدلال . وتبين خصوصاً بعد أبحاثه جوبلو أن الأمر يتوقف هنا على الإهابة بالتجربة ، لا على طريقة الانتقال ، فطريقة الانتقال واحدة في كلا النوعين فهى دائماً من الخاص إلى العام ، خصوصاً في الاستدلال بمعنىه الحقيقي ، لا بمعنى الاستدلال القياسي ، وإنما الفارق هو أننا في الاستدلال لا نعتمد على التجربة بل نعتمد ابتداء من المبادئ الأولية على قواعد النطق ومبادئه وحدها متقللين دائماً من البساطة إلى المركبات وهكذا باستمرار في تقدم مستمر نحو التركيب والتعقيد . ولهذا يتبلل بعض من المناطقة إلى عد المنهج الاستدلالي خطوة من المنهج التجربى : أو بالعكس يميل بعض من المناطقة إلى عد المنهج التجربى لحظة من لحظات المنهج الاستدلالي العام . غير أن هذا التقريب يجب أن لا ينسينا التمييز الدقيق الذى يجب أن نضعه فيما بينهما . فقد تبين لنا في نهاية حديثنا عن المنهج الاستدلالي أنه يقوم على أشياء من خلق العقل وأنه تحصيل حاصل مستمر ، وأن الصورية المنطقية هي الطابع الحقيقى للرياضية وبالتالي للاستدلال الرياضى . بينما نجد على العكس من ذلك أننا في حالة العلوم الطبيعية نبدأ من موضوعات توجدهى التجربة الخارجية أى لا تقتضى من العقل بال تعرض نفسها من الخارج على العقل أولاً ، وعلى هذا (العقل) — بعد ذلك — أن يفسرها أو يصفها . فمن الممكن أن نميز بين كلا للمنهجين على أساس أن المنهج التجربى موضوعه الواقع الخارجى . بينما المنهج الاستدلالي موضوعه المخلوقات العقلية — إن صح هذا

التعبير les êtres de raison . فالنهاج التجريبي يعني عام هو النهج المستخدم حين نبدأ من وقائع خارجة عن العقل ، سواءً كانت خارجة عن النفس إطلاقاً ، أم باطننة فيها كذلك كافية حالة الاستبطان ، لكن نصف هذه الظواهر الخارجة عن العقل ونفسها . وفي تفسيرنا لها نحن نهيب بالتجربة باستمرار ، ولا نعتمد على مبادئ الفكر وقواعد المنطق الصورية وحدها .

### خطوات النهج التجريبي :

ولهذا النهج خطوات ثلاثة : الأولى حينما نقوم بمجرد الوصف والتعريف ، فعالم النبات الذي ينظر في أنواع النبات المختلفة ، وأصناف الأوراق التي يحملها كل نبات ، وضروب الأزهار الخاصة بذوات الأزهار منها ثم طريقة التغذى في كل منها وطريقة الوقاية إلى آخر تلك العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات — نقول إن العالم الذي ينظر في هذه الأشياء ثم يقوم بعملية الوصف ثم التعريف ثم التصنيف إلى أسر وفصائل وأصناف ، لا يقوم بعملية تفسير ولا عملية تجربة كما أنه لا يضع نظرية عامة لكل الظواهر أوفرضاً يستوعبها جمعاً ، فهذه الخطوة تسمى خطوة التعريف والتصنيف أو مجرد الوصف البسيط . والخطوة الثانية هي ألا يقتصر الإنسان على أن يعرف حالة الشيء بل ينتقل منها إلى بيان الروابط والاضافات الموجودة بين طائفة من الظواهر المتشابهة .

هناك ثالث نقوم بعملية تفسير لا تقتصر على مجرد الوصف كافية الخطوة السابقة فهذا التفسير يقتضي منه أولاً أن يشاهد هذه الظواهر وأن يتلو هذه المشاهدة بوضع فرض يمكن أن يكون قضية تفسيرية لمجموع هذه الظواهر ، وثالثاً عليه بعد ذلك أن يتحقق صحة هذا الفرض بإجراء التجارب التي إما أن تثبت هذا الفرض

مباشرة أو أن تؤدى إلى إثبات قضية تكفى صحتها لإثبات صحة الفرض المطلوب امتحان الصحة فيه . فهذه الخطوة الثانية تمتاز إذن بالمشاهدة التي لا تتفق عند هذا الحال - كما هي الحال في الخطوة الأولى - بل تنتقل منها إلى بيان الروابط وذلك بافتراض صيغة تفسيرية للأضفافات الموجودة بين الظواهر المختلفة ، ثم امتحان صحة هذا الافتراض بإجراء التجارب المختلفة . وهذا هو المنهج التجاربي بالمعنى الدقيق . أما الخطوة السابقة فقد أدخلناها في باب المنهج التجاربي لأنها تتصل بالعلوم الطبيعية ونحن ننظر إلى المنهج التجاربي على أنه المنهج السائد بالعلوم الطبيعية إجمالاً . فعلى السمعة تحول إذن إن هذه الخطوة تدخل في باب المنهج التجاربي .

٣ - الخطوة الثالثة : حتى إذا ما اتيينا عن طريق المنهج التجاربي هذا إلى وضع قوانين أتينا بخطوة ثالثة هي خطوة تنظيم هذه القوانين الجزئية لكي تدخل في نطاق أعم بأن تصبح مبادئ ، عامة كلية يستخرج منها قوانين بواسطة الاستدلال ، وهذه المبادئ العامة هي الفروض العظمى كفرض النسبية أو الدراس أو إشعاع الراديوم (أو الإشعاع الراديومي) أو فرض التطور في العلوم الحيوية . ولللاحظ في هذه الخطوة الثالثة أنها تركيبة بينما كانت في الحالة الثانية تحليلية ، لأننا هنا نحاول أن نركب شيئاً فشيئاً القوانين الجزئية للظواهر الجزئية لكي نضع قانوناً كلياً عاماً ، يصلح لأن تستخلص منه بقية القوانين الفرعية . ففي الميكانيكا مثلاً توجه قوانين نيوتن في الحركة والجاذبية ، وقوانين سقوط الأجسام جليليو وكيلو ، فلو أثنا نظمنا هذا كله في نظرية واحدة كافية فرض النسبية ، فإننا نستطيع أن نصل إلى فرض عظيم من الفروض الفيزيائية ، أو الفروض الفلكلورية ، أو المتصلة بالميكانيكا .

## طرفة المزحة والتأدي إلى الواقع في المرجع التجربى :

ولو نظرنا في المزج التجربى وهو الخطوة الثانية من الخطوات الثلاث التي أوردناها بالمعنى الضيق فإننا نجد أن هذه تجربة إنما يسير خطوات ثلاث هو الآخر ، فهو يبدأ باللحظة ويتلوها بالفرض ، ويتبعها بتحقيق الفرض بواسطة التجربة . فللحظة والفرض والتجربة هي إذن الفقرات الثلاث المكونة لسلسلة المزج التجربى ، فلو نظرنا مثلاً في نظرية كنطورية سقوط الأجسام التي وضعها جيليليو فإننا نجد أن جيليليو قد بدأ بلحظة سقوط الأجسام وأنه يبدو للإنسان في الظاهر أن الجسم حينما يقطع مسافات أطول أثنتين سقوطه تزداد سرعته ، خاول أن يفسر هذه الظاهرة المشاهدة ، فافتراض أولاً أن زيادة السرعة ناشئة من زيادة المسافة المقطوعة . ولكنه وجد أن هذا الفرض يؤدي إلى تناقض مع كثير من الواقع ، فاستدل به فرضاً آخر هو أن تكون نسبة السرعة دائمة مع الزمن ومن أجل هذا حاول أن يجرى تجربة مباشرة ولكنه لم يستطع ذلك فأجرى تجربة غير مباشرة استطاع أن يبين فيها النسبة بين الزمن الذى مر وبين المسافة من المكان الذى قطعت . وبهذا وصل إلى قانون سقوط الأجسام ، لارتباط هذا بالفرض الثانى الذى وضعه وهو المثالى فيما بين السرعة والزمن . فإذا نظرنا في المزج الذى سلكه جيليليو من أجل وضع هذا القانون وجدنا أن الخطوة الأولى هي أنه ابتدأ من ظواهر مشاهدة ثم تلا هذه الخطوة بخطوة ثانية هي افتراض نسبة معينة ستكون القانون الذى على أساسه تحدث تلك الظواهر "تى شاهدتها" . وهنا يجب أن تكون لديه فكرة سابقة يحاول بها أن يحدد المضمن الذى يستخلص من الواقع المشاهدة ، أما أن يكون خالياً من كل فكرة سابقة فهذا مالا يمكن أن يؤدى به إطلاقاً إلى وضع أى فرض . وهذا القدر السابق من الأفكار هو ما يسمى باسم النظام التحللى

الذهن والذى يستطيع الإنسان بواسطته أن يقبل على الظواهر فيضع الفروض من أجل تفسيرها . وكل عالم له نظام تحليل هو محصل التجارب التي في ذهنه والمعلومات التي ظفر بها ، أو مالديه من أفكار خاصة جاءته عن طريق التأمل في الظواهر التي شاهدها من قبل ، حتى إذا وضعت الفرض كان عليه — خطوة ثالثة — أن يتحقق صحة الفرض بإجراء التجارب التي تؤيده أو تنتفي أو تصل منه . فقدرأينا جيليليو في الفرض الأول قد أجرى تجارب فلم تؤيد الفرض ، فكان عليه حينئذ أن ينفي هذا الفرض وأن يستبدل به فرضًا آخر فأجرى تجارب وجدها مؤيدة له وإن كان ذلك بطريقة غير مباشرة . وبهذا التجرب استطاع أن يثبت صحة الفرض ، وبالتالي أن يضم القانون المفسر لهذه الظواهر المتعلقة بسقوط الأجسام . ومن هذا يتبيّن إذن أن للمنهج التجاريبي فقرات ثلاثة : هي ١ — الملاحظة أو المشاهدة ، ٢ — الفرض ، ٣ — التجرب • expérimentation

وهنا يحسن بنا أن ننظر في العلوم الطبيعية المختلفة من أجل معرفة نصيب كل منها من هذه الخطوات الثلاث . فنجد أولاً أن ثمة علوماً تكاد أن تقتصر على الخطوة الأولى : فعلم النبات ، على الأقل في صورته الأولية ، وعلم الحيوان وعلم المورفولوجيا عامة ، وعلم الكيمياء فيما قبل القرن السابع عشر — كل هذه العلوم كانت وصفية تقوم على الملاحظة وحدها ، لأن يلاحظ العالم الموضوعات المختلفة التي تنتمي إلى العلم الذي يبحث فيه ، ثم يصنف هذه الموضوعات وفقاً لمعومات معينة ، لأن يصنف في علم النبات مثلاً النباتات على أساس الفلقة في البذرة ... إلخ أو على أساس ظهور أعضاء التأثير والتذكير أو عدم ظهورها في النبات ، وهو في هذه الأحوال يشاهد ولا يجرّب . كما أنه من ناحية أخرى لا يتبين بشيء ، إنما التنبيء — إذا تم في هذه الحالة — سيكون من شأن علم الوراثة .

وثانياً — هناك علوم تعتمد حقاً على الملاحظة ولا تقوم بالتجريب ولكنها لا تقتصر على الوصف بل تنتهي إلى وضع قوانين دقيقة قد تصل أحياناً إلى الغاية من لدقة، كافية علم الفلك : فعلم الفلك يضع قوانين لسار الكواكب أو حدوث الظواهر الفلكية المختلفة من كسوف و خسوف وهالات .. الخ وكيفية موقع الأجرام بعضها من بعض وكيفية انتقال الضوء و وقوع الأشياء بعضها من بعض . فهنا نجد الفلكي ينتهي إلى قوانين بينما عالم النبات لا ينتهي إلى شيء منها بل يكتفى بمجرد التعريف والتصنيف . ولكنها يتافق مع عالم النبات في أنه لا يقوم بالتجريب . ولما كان العالم الفلكي يقوم بوضع قوانين فإن من شأن القوانين أن تهيء الفرصة للتنبؤ ، والتنبؤ من شأنه أن يعطي الإنسان قدرة على الطبيعة ، سلبية في حالة علم كعلم الفلك ، ولكنها إيجابية في حالة علم كعلم الفزياء . وعلى كل حال فالملهم أننا في علم الفلك نقوم بوضع قوانين ، وبالتنبؤ وفقاً لهذه القوانين .

وثالثاً — يوجد نوع ثالث من العلوم لا تقتصر فيه على مجرد الملاحظة ولا على مجرد وضع قوانين دون التجريب ، بل تنتهي من هذا أيضاً إلى إجراء التجارب التي تثيرها إثارة . فنحن في حالة علم كالفزياء نستطيع أن نلاحظ مثلاً الظواهر الصوتية ، و نستطيع أن نضع بعد هذا ، القوانين لهذه الظواهر ، حسب المشاهدة ، كما نستطيع أيضاً أن نضع الفروض ، ثم نجري التجارب العملية التي تخدعها نحن إحداثاً ، ولا ننتظر حتى تخدعها الطبيعة ، فنقوم في هذه الحالة بعملية تجريب ، ولا تقتصر على الملاحظة والفرض ووضع القانون . وهذه القدرة على إيجاد التجارب بدلاً من ترصد وقوعها بفعل الطبيعة هي القدرة الخالقة في العلوم الفزيائية التجريبية ، وهي التي سببها نعمت كلوود برنار الإنسان العالم القائم بالتجارب ، بأنه « الرئيس المساعد (الأسطى) للخلق » *le contremaître de la création*

ولكن يجب مع ذلك ألا ينطلي في هذه التفرقة بين التجربة في حالة العلوم التجريبية (الطبيعية) الموجدة للتجارب مباشرة وبين الحالة الأخرى التي هي حالة الملاحظة البسيطة الساذجة التي لا تؤدي إلى إيجاد التجارب مباشرة ، بل تنتظر حتى تحدث الطبيعة أحاديثها ، ثم ترصدتها . ذلك آنذاك هنا في الواقع يلزمه نوعين من التجارب : فالنوع الأول وهو الموجود في علم الفزياء مثلاً نوع مستثار *provocué* والنوع الثاني نوع مهاب به *invoqué* ، وبهذا يتعدد نصيب كل قسم من أقسام العلوم الطبيعية في داخل المنهج التجاري .

لكن ليس معنى هذا أن كل علم منها يتبع خطوة واحدة من هذه الخطوات الثلاث أو الثلاث معاً ، ولكن يصح أن يكون في جزء منه تابعاً لخطوة واحدة وفي جزء آخر تابعاً للخطوات الثلاث معاً ، ويصح أن يكون ملاحظاً متنبئاً في بعض أنحائه ، ويكون ملاحظاً فقط في بعض ثان من أنحائه ، وملاحظاً متنبئاً مستثيراً للتجارب في بعض ثالث من هذه الأنهاء .

**عناصر المشاهدة** : العنصر الأول الذي تقوم عليه المشاهدة هو عنصر العيان الحسي ، فالحس يجب أن يكون الحرك الأول لكل بحث على . وهذا نجد تقسيمات العلوم الطبيعية قائمة على هذا الأساس في البدء ، فتقسم العلوم الفزيائية إلى علم ضوء وصوت وحرارة ... الخ إنما يقوم في الأصل على أساس التمييز بين الموارس المختلفة وما ينتمي من كل منها إلى ميدان الطبيعة . هذا إلى أن المشاهدات الحسية كثيراً ما كانت الأصل في الاكتشافات العلمية العالية فيما بعد . فقانون سقوط الأجسام بجليبيو قد اكتشفه هذا ابتداءً من ملاحظة ازدياد السرعة كلما اقترب الجسم من الأرض . وتورتشلي Toricelli

قد اكتشف ظرياته الخاصة بالضفت الجوى ابتداء من ملاحظات رآها القائمون على البناء والمياه المعدنية في فلورنسا .

وهكذا نجد أن الشاهدات الحسية كانت دائماً نقطة البدء في كثير من النظريات العلمية ، وفضلاً عن هذا فإن الأجهزة التي نمدّها اليوم الأداة الرئيسية في العلم ، إنما ترتد في النهاية إلى الإحساس أو العيان الحسى ، أو على حد تعبير البعض هي امتدادات مقوية للحواس . فثلا الترمومتر يجب أن يعدّ زيادة في حس اللمس ، والمقارب يجب أن يُعدّ زيادة في حس الإبصار . . . الخ وفضلاً عن هذا كلّه فإننا نحتاج دائماً من أجل جعل التجريد أقرب إلى الفهم ، إلى استخدام الرسوم البيانية من مربعات تسجيلية وإحداثيات . . . الخ بل نسجل بالدقة التغيرات الخاصة بظاهرة من الظواهر . كما قد أعانتنا كثيرة من الآلات التي اخترعّت حديثاً ، كالسيّنا ، على أن تتبع تطور بعض الأشياء في لحظة وجية مما لم يكن ميسراً من قبل إلا في سنوات بل وفي أعماق متطاولة . فالسيّنا مثلاً تهيء لنا أن نتبع تطور حيوان أو نبات ابتداءً من البذرة أو الحيوان حتى نصل إلى آخر درجات نموه ثم إنثاره ثم اتهائه — ؛ وفي هذا نحن نعتمد على المشاهدة الحسية التي تيسّرها لنا الآلات المسجلة . غير أن هذه الأهمية التي للعيان الحسى يجب ألا تنسينا أن المشاهدة لا يمكن أن ترتد إلى مجرد عيان حسى ، بل تشمل إلى جانب هذا ألواناً مختلفة من العيانات الحسية جامدة بينها جيّماً ، ومكونة في النهاية المشاهدة العلمية بالمعنى الدقيق لهذه الكلمة . فعليّنا أن نفرق بين المشاهدة التجريبية والمشاهدة العلمية . فيجب أن نفرق أولاً بين المشاهدة "البساطة" والمشاهدة العلمية . فال الأولى هي التي تقوم بها عرضاً في الحياة العاديّة دون أن تقصد إلى الملاحظة فعلاً ودون أن ترکز انتباها من ذا البدء في ناحية معينة . وهذه

المشاهدة لها قيمتها العلمية أيضاً : فكثير من الاكتشافات ابتدأت بفضل هذه الملاحظة . غير أن هذه لا تكفي ، بل لابد لنا من أن ن نوع في ميدان الملاحظة وأن نقصد إليها قصداً ، حتى نستطيع أن نصل إلى مشاهدة عملية بالمعنى الدقيق .

والمشاهدة العلمية بالمعنى الدقيق هي تلك التي يبدأ فيها المرء من فرض أو يحاول بواسطتها أن يبحث في ناحية معينة . فهنا يقوم المرء بمشاهدات مختلفة منوعاً فيها ، محاولاً أن يجعل الكثير منها يتضاد من أجل إثبات ظاهرة معينة ، أو التتحقق من صحة فرض ما . ويجب أن تكون هذه الملاحظة دقيقة كل الدقة ، فلا تقبل أى عامل قد يكون له أثر في إحداث الظاهرة . ومن أجل هذا كان علينا أن نفرق — كافعل كلود برنار — بين نوعين من المشاهدة : المشاهدة البسيطة والمشاهدة المساحة ، فال الأولى تقوم على الحواس المجردة مباشرة ، أما المشاهدة المساحة فهي تلك التي نستعين في تحقيقها بالأجهزة المختلفة التي تهيى لنا تقوية الحواس أو اكتشاف ظواهر لا يمكن أن تكتشف بالحس المجرد ، أو وضع الظواهر تحت سلطاناً ومراقبتنا بدقة ، أو تكرار الظواهر في أحوال ملائمة — إلى آخر تلك الفوائد التي تيسرها لنا الأجهزة والأدوات .

والأجهزة من أجل هذا ، على درجة هائلة من الأهمية ، وتنقسم إلى عدة أنواع : أولاً : الأجهزة التي من شأنها أن تهيى ، وتعد للملاحظة ، ولا تعد في الواقع أجهزة بالمعنى الدقيق ، وإنما هي أدوات تمهد الطريق لإجراء المشاهدات ، فثلاً البعض : scalpel نستعين به في إجراء تشيرنحات في الجسم ما يهوي ، لنا — على حد تعبير كلود برنار — أن ننفذ في داخل المادة الحية من أجل ملاحظة ما لها من تركيب . وأدق منه ما يمكن أن يسمى باسم « المشرح الدقيق » microtome . ثانياً : الآلات التي تهيى ، لنا أن ندقق في الملاحظة ، بأن توسع من الطاقة

التي لنا، المتصلة بحس ما ، مثل الجهاز الذي يزيد في قوة الإبصار للأشياء الدقيقة والمقراب الذي يسر مشاهدة الأشياء البعيدة ... الخ .

ثالثاً : الأجهزة التي تيسر لنا مشاهدة ظواهر لا يمكن أن تدرك بالحس المباشر ، لأنها لا تظهر بواسطته ، مثل الإلكتروسكوب *electroscope* أو الإسكتروسكوب *spectroscope* .

رابعاً : الأجهزة المسجلة *enregistreurs* فهذه تسجل من الظواهر ما لا يمكن أن يتم بدقة بدون جهاز . فشلاً بالنسبة إلى الظواهر الجوية ، مسجل الزلزال أو السismo جراف *sismograph* أو الانيموجراف *anémograph* (مسجل الرياح) .

وفيما يتصل بالمسائل الفسيولوجية ، يوجد مثلاً الكارديوجراف *Cardiograph* أي مسجل نبض القلب ثم مسجل ضغط الدم ، ومسجل التوتر العضلي .

خامساً : أجهزة تجمع بين الناحيتين : التسجيل والتوسيع في الإحساس مثل الترمومتر ذو النهاية الصغرى والنهاية الكبرى أو الترمومتر المسجل أو البارومتر المسجل أو مقياس الرطوبة المسجل .

شكل هذه الأجهزة تهيء لنا الدقة وأن نقوم باللحظة في أحسن الظروف الملائمة وبدرجة من الدقة تزداد باستمرار . وقد كان لتطور الأجهزة في السنوات الأخيرة أخطر الأثر في تطور العلوم الطبيعية خصوصاً الأجهزة المتصلة بالقياس أو الوزن ، فقد بلغت الدقة في بعضها أن هيأت لنا أن نزن  $\frac{1}{1000}$  ميلار من الكيلوجرام أو نقيس  $\frac{1}{1000}$  ميلار من الكيلومتر .

غير أنها في هذا كله لا زالت في داخل المشاهدة بالمعنى الدقيق أي تلك التي لم تختلط بالتجربة بعد ، علينا الآن أن نفرق بين التجربة والمشاهدة بكل دقة فنقول إن الملاحظة تتعلق بأشياء تعرض لنا دون أن نستثيرها أو نخليها بأنفسنا ، أما التجربة فتعلق بظواهر نستثيرها نحن ، ولهذا فالتجربة يمكن أن تعرف بأنها مشاهدة مستثارة . وبهذا المعنى يقول كلوود برتران : حينما ننظر ظواهر حتى تحدث ، مسجلين حدوثها خطوة خطوة ، فإننا لا نقوم في هذه الحالة إلا بعملية مشاهدة . أما إذا كان لدينا فرض ، ونريد أن نتحقق من صحته ، فإننا نقوم بمشاهدات وتجارب من شأنها أن تتحقق هذا الفرض .

وعلى هذا فالفارق الحقيق بين المشاهدة والتجربة ، أن المشاهدة ليس فيها فرض سابق غالباً ، كما أنها تأتي غالباً من ملاحظة ظواهر طراؤ أمام الإنسان ، دون أن يستثيرها هو ، بينما التجربة يأتي دائماً عن طريق استثارة ظواهر ثم مشاهدتها .

والتجربة نوعان : نوع يبدأ من فرض معين ، وآخر لا يبدأ من فرض ، لأنه لم يتم بعد تحقيق دقيق للتفسير الذي يمكن أن يوضع للظاهرة ، ولهذا يسمى هذا النوع الأخير باسم التجربة الروائية *expérience pour voir* . فالتجربة الروائية معناها أنها لا يمكن لدى الإنسان فرض معين عن ظاهرة ما ، لأنها لم يكتشف بعد ماعنى التفسير الصحيح أن يكون . وهنا ليس عليه أن يقتف ، بل عليه أن يجرب ويجرب ، ويستمر في التجربة ، لأن مجرد التجربة يكفي أحياناً لاستثارة فكرة عن التفسير أو لإنتاج فرض ما . فهذا النوع من التجربة هو من أجل الروائية ، أي من أجل رؤية ماعنى أن يكون الفرض الصحيح الذي إذا ما اكتشفناه تتحقق فيما بعد بواسطة تجربة تتضاد كلها من أجل تتحققه ،

فلا تجري التجارب — كما هي الحال في التجربة المروية — حينما تتفق أو من غير فكرة سابقة أو من غير توجيه التجربة في اتجاه معين ، بل تجري كلها من أجل تحقيق هذا الفرض . وهنا ننتقل إلى النوع الثاني من التجربة الذي يجب أن يعد التجربة بالمعنى الحقيقي ، وفيه نبدأ من فرض معين اعتقدنا صحته ، ونجري التجارب من أجل تحقيقه ، مستعينين في ذلك بما لدينا من أجهزة . والتجارب في هذه الحالة إما أن تكون أولاً لتكرار ظواهر لا نكاد نجدها في الطبيعة الخارجية إلا نادراً . فثلاً بالنسبة للأجسام السريعة التي كسرت كالصوديوم والبوتاسيوم ، نستطيع بواسطة التجربة أن نكرر التجارب عليها بحيث تكون خالية من أية أكسدة . وثانياً : أن نوجد ظواهر لا تتحقق في الطبيعة الخارجية ، فنأتي نحن ونحوذها في صورة تهييء لنا دراستها على النحو الأكمل . ثالثاً : من أجل استعادة ظواهر لا نستطيع أن نأتي بها بواسطة المشاهدة البسيطة ، فنستعين بالتجربة من أجل استعادة هذه التجارب التي حدثت في الطبيعة ولا ندرى هل ستحدث مرة أخرى أو لا تحدث . رابعاً : أن نوع في الظروف والأحوال التي توجد فيها التجارب ، وهذا ييسر لنا أن نستبعد كل الأحوال التي لا يمكن أن تكون مؤثرة حقاً على الظواهر فنحصر التفسير على العالى الحقيقة مستبعدين الظواهر العرضية . وفضلاً عن هذا فإن تنويع الأحوال والظروف التي توجد فيها الظاهرة ، من شأنه أن يجعلنا ندرسها بدقة أكبر لأننا سنعرف كل الأحوال الممكنة التي يتيسر فيها حدوث هذه الظاهرة ، كما نعرف كل الأسباب تقريباً التي تؤدى إلى إحداثها . خامساً : أن التجربة يهيء لنا تبسيط الظاهرة إلى أقصى حد . ولعل هذا أن يكون أهم ما يأتي به التجربة ، ذلك أن كل ظاهرة لأنها في الطبيعة مستقلة ، بل يراد بها كثير من الظواهر العرضية والأشياء المتغيرة ، وعليها نحن في التفسير العلمي لأية ظاهرة أن نستبعد المتغيرات قدر الإمكان ،

ولا ينقى إلا على الثوابت . فن شأن التجربة أن يحدد من نطاق العوامل العرضية وبالتالي التغيرات فيقصر هذه الظاهرة المدرستة — من ناحية تأثيرها وعوامل إحداثها — على العوامل المباشرة التي أنتجهما أى على العلل الثابتة للوجودة أيضاً عند حدوث هذه الظاهرة . أما العوامل العرضية الثانوية التغيرة ، فستبعد بواسطة التجربة . وهذا ما يسميه ي يكون باسم التجربة الحاسمة *cruciale* أى تلك التي تهوي ، لنا أن نعرف بالدققة الأسباب الوحيدة الثابتة الحقيقة المتجدة للظاهرة .

ولو نظرنا بعد هذه في الصلة بين التجربة والمشاهدة ، وجدنا أنه وإن كان صحياً أتنا في التجربة نخضع الطبيعة ، بينما في المشاهدة نحن نخضع لطبيعة ، فإن الفارق بينهما ليس على هذا النحو من الحدة . فثمة نوع من التجارب هو التجارب السلبية التي هي نوع من المشاهدة فقط : فثلاً الطبيب الذي يذهب إلى عدة أماكن مختلفة موبوءة بوباء ما ، من أجل دراسة هذا الوباء ، فإنه يقوم بالتجربة ، لأن انتقاله معناه استئثار التجارب بمعنى أنه لا ينتجهما هو بالفعل ، بل تكون هي حاضرة أمامه من نفسها — فهذا النوع يمكن أن يعد ملاحظة وتجربياً . وينظر خصوصاً في الدراسات الفسيولوجية والنفسية الحديثة ، في كثير من الأحوال المرضية يمكن أن نعد بعض الظواهر مستثارة ، وإن كانت هذه الاستئثار ليست على النحو المعروف في استئثار الظواهر الفزيائية .

شروط الملاحظة : والملاحظة لكي تكون ملؤية إلى النهاية المقصودة منها يجب أن تكون وافية بشروط أهلهما :

أولاً : أن تكون الملاحظة كاملة ، بمعنى أن من الواجب أن يلاحظ المرء كل العوامل التي قد يكون لها أثر في إحداث الظاهرة ، لأن إغفال بعض العوامل

قد يؤدي أحياناً إلى عدم معرفة بعض الظواهر من حيث العوامل التي أدت إلى إيجادها فعلاً، أو من حيث ارتباطها بغيرها أو من حيث إمكان إنتاجها في ظروف أخرى غير الظروف التي أنتجتها العوامل الظاهرة.

ثانياً: يجب أن تكون الملاحظة نزيهة، بمعنى أنه يجب على الملاحظ إلا يتأثر بأى معنى من المعانى السابقة ولا بأى اتجاه يعلى عليه إملاء من شيء آخر غير الظاهرة التي أمامه. حقاً إننا بعد الملاحظة، أثناء التجريب، نبدأ دائماً من فرض نحاول تحقيقه، ولكن يجب ألا تتأثر بهذا الفرض إلى حد أن يعمينا عن إدراك أن الظواهر التي أمامنا ليست أحياناً هي التي تفسر بهذا الفرض فتتوهم كذباً أن هذا هو التفسير الحقيق، مع أنها مسروقون هنا لا بما دلت عليه الملاحظة الخارجية، ولكن بمعنى سابق هو الذى أثنا من الفرض المراد تحقيقه.

وإذا كان هذا ما يجب أن يتوافر، فيجب من ناحية أخرى أن تراعى الأخطاء التي قد تقع فيها إبان الملاحظة. وأول هذه الأخطاء ينشأ عن طبيعة الملاحظ، فقد يكون ثمة فساد في أحد حواسه، كاً هي الحال مثلاً في المصاين بالنقص الدالقى من لا يستطيعون التمييز بين الأحمر والأخضر: — وقد يكون الخطأ صادراً عن الأجهزة، فـأحياناً يكون الخطأ ناشئاً عن عدم مراعاة كل الظروف التي يجب أن تراعى إبان عملية ما، ولتكن الوزن مثلاً، فلا يناسب حسماً مثلاً للريح أو للدرجة الحرارة: — وقد يكون الفساد من الجهاز نفسه بسبب عوامل أثرت فيه من تأكسد أو تبيع.. إلخ. — وقد تنشأ الأخطاء ثالثاً من عدم مراعاة الواقع كاً هي، وذلك بأن تتوهم وقائع معينة ليست موجودة في الأصل، وننسى أنها هي الواقع الحقيقية مع أنها أغلب ما تكون أوهام صادرة عن طبيعة جهازنا النفسي — فـكل منافي تأثره بالظاهرة الخارجية نوع من رد الفعل، له منخى معين خاص بكل شخص على حدة، وهو ما ينبع

عادة باسم « المساوية الشخصية » *équation personnelle* ويقصد بها درجة التأثير الناشئة عن رد الفعل عند شخص معين بازاء ظاهرة ما ، في المسائل الفلكية مثلا ، ملاحظة ظاهرة ما من أجل تعين الزمان ، قد يتأثر الشخص تأثيراً مختلفاً عنه في شخص آخر ، وهذا يجب أن نستبعد هذه المساوية الشخصية ، وذلك بأن قلل جانب التأثير الإنساني قدر الإمكان . ومن هنا يلجأ العلم شيئاً فشيئاً إلى الاستعاضة عن الإنسان بالأجهزة والآلات . فبدلاً من أن يقوم الإنسان بالتقدير والتسجيل تقوم الآلات بهذا . في بعض المراسد تستعمل عادةً طرق للتسجيل ناشئة عن الخواص المتعلقة بالحلايا الكهروميكانية . فبهذا نستطيع أن نلغي المساوية الشخصية ، بعد أن كنا نفتقر إلى تقديرها أولاً ، وهو تقدير تقريري باستمرار لقدر تعين الثوابت نظراً لكثره المتغيرات . — ورابعاً قد تنشأ الأخطاء في الملاحظة بسبب عدم العناية التي توجه إلى ظاهرة بالذات من أجل ملاحظتها ، فعليها أن تغنى دائماً بتوجيه كل انتباهها إلى الملاحظة ، وذلك حتى لا تغفل شيئاً من الأشياء ، وحتى لا نهمل في تقدير أي عامل ، أو نخطئ في معرفة مقدار ما له من أثر في إحداث الظاهرة .

ويجب أن يلاحظ فوق ذلك ، الأخطاء العديدة التي منشؤها أن العقل لا يمكن أن يُعد سلبياً في حالة التأثر بالظواهر الخارجية ، لأنه في التأثر يخضع لما يلى :

أولاً : الاختيار ؛ ذلك أن العقل في ملاحظته للظواهر لا يلاحظ منها إلا ما يتصل بمحاجاته الخاصة ، لأنه ليس مجرد حب استطلاع مطلق ، ولكنه حب استطلاع من أجل إفاده الحاجات العملية ، أو العقلية ، أي إفاده حاجة ما على أية حال . وهذا يختار دائماً من بين الظواهر الخارجية ما يتحقق مع اتجاهاتنا وأغراضنا .

ثانياً : اخْلَطَ بَيْنَ الْفَكْرَةِ وَالْوَاقْعَةِ ، أَوِ الْحَقِيقَةِ وَالْوَاقْعَةِ ؛ ذَلِكَ أَنَّ الْوَاقْعَةَ لَا تَظَهُرُ كَمَا هِيَ بِلِ سَرْعَانِ مَا نَحْيِلُهَا نَحْنُ إِلَى حَقَائِقِ أَوْ أَفْكَارِ مُجْرَدَةٍ عَقْلِيَّةٍ ، لَعْلَهَا أَنْ تَخْلُقَ حَقَائِقًا ، وَلَا أَصْلَى لَهَا مِنَ الْوَاقِعِ فِي كَثِيرٍ مِنَ الْأَحْيَانِ . فَلَيْسَ الْعَقْلُ تَلْكَ الْآلَةُ الشَّمْسِيَّةُ (الْفُوْتُوغرَافِيَا) الَّتِي زَعَمَهَا كْلُودُ بِرْنَارُ . بِلِ إِنَّ الْعَقْلَ يَحْمِلُ دَائِمًا مَا يَرَاهُ مِنْ وَقَائِمٍ إِلَى حَقَائِقِ مُجْرَدَةٍ وَأَفْكَارٍ .

وَقَدْ لَا يَكُونُ لَتَلْكَ الْأَفْكَارِ أَيْ أَصْلٍ فِي الْخَارِجِ فَتَكُونُ مِنْ خَلْقِهِ هُوَ . وَمِنَ الشَّوَّاهِدِ عَلَى ذَلِكَ مَا زَعَمَهُ أَحَدُ الْفِرَزِيَّيْنِ سَنَةَ ١٩٠٣ مِنْ أَنَّهُ اكْتَشَفَ مَا سَمَاهُ بِأَبْشَعَهُ ٥ الَّتِي أَثَارَتْ كَثِيرًا مِنَ الْجَدْلِ ، وَلَمْ تَكُنْ فِي الْوَاقِعِ غَيْرُ وَهُمْ مِنْ أَوْهَامِهِ حَوْلَ أَنْ يَخْدُعَ بِهِ الْآخَرِينَ ، وَأَصْبَحَ لَذَلِكَ الْوَهْمِ تَارِيْخٌ مَعْرُوفٌ . هَذَا يَقُولُ لِيُرْوَا Roy Ed. إِنَّهُ لَا فَارِقٌ ، فِي الْوَاقِعِ ، بَيْنَ الْفَكْرَةِ وَبَيْنَ الْوَاقِعَةِ ، لَأَنَّا نَخْلُقُ الْفَكْرَةَ وَالْوَاقِعَةَ مَعًا ، وَكُلُّ وَاقِعَةٍ نَحْيِلُهَا نَحْنُ إِلَى فَكْرَةٍ لَأَنَّا لَا نُسْتَطِعُ أَنْ نَدْرِكَهَا إِلَّا عَلَى هَذَا الْأَسَاسِ .

وَثَالِثًا : نَحْنُ قَدْ نَفَلْنَا فِي كَثِيرٍ مِنَ الْأَحْيَانِ مَا يُسَمِّيهِ يَكُونُ بِاسْمِ الْوَاقِعَةِ الْمُسْتَازَةِ وَتَعْلُقُ بِوَقَائِعٍ أُخْرَى عَرَضِيَّةٍ غَالِبًا ، وَلَا تُسْتَطِعُ إِذْنَ أَنْ تَؤْدِيَ بِاستِقْرَائِهَا إِلَى الْقَانُونِ الْمُطَلُوبِ إِيمَاجِدَهُ . — ذَلِكَ أَنَّ الْوَاقِعَةَ عَلَى أَنْوَاعٍ كَثِيرَةٍ يَكُونُ، فَهُنَّا كَأُولَأَوْلَى الْوَاقِعَةِ الْمُكْشُوفَةِ ostensifs وَهِيَ تَلْكَ الَّتِي تَبَدُّلُ فِيهَا الظَّاهِرَةُ أَوْضَحَ مَا تَكُونُ: فَظَاهِرَةً تَمَدَّدُ الْأَجْسَامُ بِالْحَرَارَةِ تَظَاهِرُ بِوَضُوحٍ فِي الْأَجْسَامِ الصلِبَةِ أَكْثَرَ مِنْ وَضُوْحِهَا فِي الْأَجْسَامِ السَّائِلَةِ أَوِ الْغَازِيَّةِ . وَالْوَاقِعَةُ الْمُسْتَرَّةُ clandestins وَهِيَ لَا تَبَدُّلُ بِوَضُوحٍ وَلَكِنَّهَا مَعَ ذَلِكَ حَقِيقَيَّةٍ وَيُحِبُّ أَنْ نَرَاعِيهَا ، وَذَلِكَ مِثْلُ حَرْكَةِ الْأَمْيَا . نَمَ الْوَاقِعَةِ الْمُنْجَرَفَةِ déviateurs وَهِيَ تَلْكَ الَّتِي تَنْعَرِفُ عَنْ أَحْوَالِ مُطْرَدَةٍ ، وَتَكُونُ مَا يُسَمِّي بِاسْمِ « الْأَحْوَالِ »

المرضية» كما يظهر خصوصاً في الأمراض الباطنة أو في تركيب الأجهزة المختلفة في الأجسام العضوية المختلفة. ثم الواقع المتماثلة، وهي التي تكشف لنا بواسطة المماثل عن خواص لا يمكن كشفها إلا بصورة بطيق مباشر، فنستطيع أن فهم مثلاً وظيفة الخياشيم في السمك بمماثلتها بالرئة في الإنسان. ومنهج الماثلة من أخصب المنهاج هو ومنهج التوافق، في المسائل العضوية. — ثم الواقع المتنقلة itinérants : فإذا أردنا أن نبحث في تطور الكائن الحي من الحيوانات الدنيا إلى الإنسان أو إذا وضمنا كل إنسان على حدة في داخل نوعه، فالواقع هنا تسمى وقائع متنقلة، فهي تبين كيفية تطور الكائن ومراحل هذا التطور.

فبمراجعتنا لكل هذه الأنواع والوقائع نستطيع أن نقيّن ، بوضوح ،  
الظواهر المختلفة ، والأسباب المولدة لها . ولتكن غالباً لا نجأ إلى الواقع  
المتارة ، ونقتصر على الواقع العرضية مما يقلل من قيمة الملاحظة .

غير أنه لا يمكن عد هذه العيوب ، عيوبًا في الواقع – في كل الأحوال – فقد ينفي أولًا أن تقتصر على بعض الظواهر دون البعض الآخر ، لكنه تم الدراسة بشكل أولي وأتم . وثانياً أنه ليس في وسع الإنسان أن يتصل بكل الظواهر أياً كانت ، كأن الأصل في العلم هو أن يكون مشاركة من جانب الإنسان في الطبيعة . فن الضروري أن يكون هناك خلط بين الواقع والأفكار ، أى بين ما يأتي من الخارج وما يأتي من النفس . فليس لنا أن نتوقع أن تفي المشاهدة بكل هذه الشروط التي ذكرناها . ويفض إلى هذا أيضًا إغفال بعض الحقائق أو الواقع التي وصلنا إليها ، نظرًا لما نعتقده حينئذ من عدم أهميتها ، ولكن هذا الإغفال كثيرًا ما أدى إلى عدم اكتشاف كثير من الواقع التمهي : فقد حدث مثلاً بالنسبة إلى اكتشاف أنواع البكتيريات أن بعض العلماء الفرنسيين

تبينوا في أغذام ماتت مختفقة بواسطة الكربون أن هناك عصيّات bacilles في دم هذه الأغذام ، ولكنهم لم ينتبهوا إليها حتى إذا ما جاء باستور تبين له أن هذه البكتيريات هي السبب في موت الأغذام . — فعدم اعتبار هذه الظاهرة مع أنها لوحظت قد أدى إلى عدم اكتشاف هذا العامل الجوهرى في الفساد أو العفونة التي تحدث للكائنات الحية ؟ ومن الأمثلة على ذلك أيضاً عدم تنبه أمير خاصية التوصيل الكهربائي ، وهي الخاصية التي أقيمت على أساسها فيما بعد الديnamو وأنواع الحركات الكهربائية المختلفة . فاكتشافات أمير كانت كفيلة أن تؤدي به إلى خاصية التوصيل الكهربائي ، ولكنه لم يكتشفها ، ولذلك لم يعرف كل هذه الآلات المتعلقة بـ توليد القوى الكهربائية .

وإختلاصه أننا يجب أن نخضع الملاحظة لشرط تتعلق : أولاً بالشخص ، وتعلق ثانياً بالأجهزة ، وتعلق ثالثاً بطريقة دراسة الظواهر المختلفة التي تتصل بواقعة ما — فإذا استطعنا الرؤاء بهذه الشروط ، بنى الملاحظة على أساس متين . ولما كان التجربة ما هو إلا نوع من الملاحظة المستشار ، فإن هذه الشروط التي ذكرناها بالنسبة لهذه الملاحظة تنطبق أيضاً على التجربة .

**التجربة** : والتجربة إنما يبدأ حينما يكون لدينا فرض ونحاول بعد هذا أن نتحققه ، وعلى ذلك نستطيع أن ننزل التجربة عن الملاحظة ابتداء من فكرة الفرض . فأول ما يجب دراسته في التجربة هو كيفية تكوين الفرض . ونتلو ذلك بأن نبحث في تحقيق الفرض ، ثم في استخراج القوانين المختلفة بعد استقرارنا لفرض عديدة حتى نصل إلى وضع النظرية ، ثم الفرض العالمة التي تخضع لها مجموعات معينة من النظريات المتعلقة بميدان ميدان من ميادين البحث العلمي .

**لفرضه** : تكوين الفرض يخضع لمقاصد معينة ، على حد تعبير مانع في

كتابه «المعرفة والخطأ» : فهذه المقادير أو الفروض على أنواع عدّة . يُحب أن يبدأ البحث في الفروض بالبحث فيها ، حتى يمكننا أن نتبين كيف يمكن بالنسبة إلى مجموعة من الظواهر المشاهدة ، أن نستخرج القانون العام الذي بواسطته قد يكون في وسعنا أن نسرّ ظاهرة ما من الظواهر ، لأن الإنسان في وضعه للفرض يخضع لعوامل عدّة تتصل بنوع العلم الباحث فيه ، ثم بالنظام التحليلي الموجود في ذهنه ، والذى يقبل بواسطته على الظواهر الخارجية من أجل تخليلها — كما يخضع ثالثاً لمعد الظواهر الخارجية التي يدرسها ، وما بها من تنوع ، والدرجات المختلفة لهذا التنوع في الظواهر ، مما يجعل إمكانية الفرض تتفاوت وفقاً للظروف المختلفة ل الواقع .

الفرض إذن على حد تعبير مانخ ، تفسير موقت لواقع معينة ، لا يزال يعزل عن امتحان الواقع ، حتى إذا ما امتحن في الواقع ، أصبح من بعد إما فرضاً زائفاً يجب أن يعدل عنه إلى غيره ، وإما قانوناً يفسر مجرّد الظواهر . واتخاذ الفروض لم يصبح منهجاً علمياً معترفاً به : إلا في القرن التاسع عشر ، بفضل أبحاث Whewell ثم كلود برنار Claude Bernard . ذلك أن الداعين إلى التهجّج العلمي في مسٍّ بـ العصر الحديث ، حينما رأوا ما أدّت إليه الفروض الواسعة المجازفة المجنية التي كان يفترضها رجال العصور الوسطى من دون قيام على أساس من الواقع ، أو محاولة للتفسير الوضعي للحقيقة ، قد أرسوا تحذيرات حارّة ضد استخدام الفروض .

فيكون قد نصح دائمًا بالاعتماد على الواقع وحده ، دون افتراض أي فرض . وديكارت كذلك قد نصح بأن لا يبدأ المرء عن معانٍ سابقة ، حتى لا تقوه هذه المعانٍ إلى افتراض ما ليس موجود . فاستمرت القاعدة الرئيسية السائدة عند هؤلاء إلى النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، هي التحفظ في استخدام

١٠ — مناجع البحث العلمي

الفروض إلى أقصى حد ، وإن أمكن : تجنب استخدامها إملالاً . لكن تبين خصوصاً بفضل أبحاث كلود برنار أن للفروض قيماً خاصة في استخراج القوانين التي يجب أن تفسر على أساسها الظواهر ، فأشاد باستخدامها ونصح بذلك وضع القواعد لها ، ثم أتى من بعده Whewell ، ثم أرنست مانخ ، ثم كل هؤلاء الذين بحثوا الشروط التي يتم فيها الاختراع في العلم ، مثل Picard و Naville وارنست مانخ ، فيبتوا الأحوال التي تنشأ عنها الفروض ، والشروط التي يجب أن تتوافر من أجل إنتاج فروض جيدة . فلعلنا إذن أن نقسم البحث الآن إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

١ — نشأة الفروض . ٢ — شروط الافتراض . ٣ — نقد الفروض .

### ١ — نشأة انفروضيه :

أما فيما يتصل بنشأة الفروض ، فإن هذه تقوم على عوامل خارجية وأخرى باطنية . أما العوامل الخارجية فأولها أن يبدأ الإنسان من واقعة ملاحظة في التجربة الجزئية ، ويفكر فيها ، وابتداء من هذه الواقعة يحاول أن يفترض ما عسى أن يكون القانون الذي تخضع لهى وأمثالها . وقد رأينا عند كلامنا عن قانون سقوط الأجسام عند جيليليو ، كيف أنه ابتدأ من ظاهرة أو واقعة بسيطة مشاهدة ، هي ازدياد الإسراع كلما اقترب الجسم من الأرض ، فادى به هذا الذي شاهده إلى افتراض قانون يمكن أن تسير عليه الأجسام في سقوطها .

وثانياً : قد تنشأ الفروض من مجرد الصدفة ، فكثيراً ما يقع الإنسان على ظواهر تهديه إلى وضع فرض ، دون أن يكون قد قصد إلى ذلك فعلاً . ونحن نعرف مثلاً ما حدث بالنسبة إلى نيوتن ، وما حدث أيضاً بالنسبة إلى جيليليو ، في كل هذه الأحوال المختلفة وصل العالم عن طريق الصادفة البحث إلى فرض الفروض .

وَنَالَّا : قد يدعونا إلى افتراض الفروض مجرد إجراء تجربة للرواية ، كاً حَدَّدَنا هذا اللفظ من قبل ، فيجراه كثير من التجارب ، وبالتعديل في هذه التجارب قدر المسطاع ، وتنوع الأحوال المختلفة التي تجري فيها هذه التجارب ، دون أن تكون مسوقين بفرض معين ، نستطيع أحياناً أن نصل إلى وضع فروض قد تتحقق فيها بعد . فثلا حينما بحث كلوود برنار في مادة الكورار *curare* — وهي مادة كان من المعروف أنها سامة قاتلة ، ولكن لم يكن معروفاً لماذا هي قاتلة ، والكيفية التي بها تقتل — أنشأ عدة تجارب ، بأن حقن كثيراً من الحيوانات بهذه المادة ، ثم كشف عن الأحوال التي يتم فيها موتها ، فوجد أن هذه المادة تقتل الأجسام الحية ، بدل الأعصاب المحركة . وكذلك الحال أيضاً في التجارب التي قام بها روبرت كوخ *R. Koch* مثلاً ، فقد أقام علة تجربة على قرآن ، من أجل معرفة تأثير بعض العصيات *bacille* أو (البلاط) وبواسطة هذه التجارب المتعددة استطاع أن يعرف الأصل في مرض الكولييرا والأحوال التي يتم فيها حدوثه .

تلك إذن على وجه العموم ، العوامل الخارجية التي تدعو إلى قرض الفروض . والعوامل الداخلية أخطر من هذه بكثير . ذلك أن العوامل الخارجية ليست إلا مجرد فرص ومتاسبات لوضع الفرض ، ولا يمكن بأي حال من الأحوال أن تكون شرطاً كافياً للافتراض ، فأكثر الفواهر التي شاهدها كبار العلماء ، وأقاموا عليها فروضهم العلمية ، يشاهدها كل الناس كل يوم ، دون أن يثير ذلك أدنى انتباه فيهم ، ظاهرة سقوط الأجسام مثلاً ، ظاهرة مشاهدة في كل دقيقة وعند كل إنسان . ومع ذلك لم يصل أحد قبل نيوتن إلى وضع قانون الجاذبية .

فالأمر يتوقف في هذه الحالة على العوامل الباطنة ، أي على الأفكار التي

تثيرها الظواهر الخارجية في نفس المشاهد . والمهم في هذه الحالة هو أن يحيل الإنسان **المأشِهِد** هذه الظواهر إلى وقائع وأفكار علمية يكون من مجموعها قانوناً أو نظرية ، وهذا لن يتم إلا بواسطة وضع فكرة من شأنها أن تفسر هذه الظواهر . ولكن على أي نحو يتم هذا التفكير في العوامل الخارجية ، أو الظواهر الملاحظة ؟

هنا أيضاً نستطيع أن نحدد عوامل ثلاثة يتم فيها تأثير الأحوال الباطنة أو لها ما يسميه كاود برنار باسم العاطفة الذاتية وهي الشيء المخاص الذي يجعانا نفرض بنوع من الوجдан أو العيان الحدسي ماعسى أن يكون القانون الذي عليه تجري الظاهرة . فكلود برنار يقول إننا لا نستطيع أن نضع قواعد للارتفاع في العلم ولا أن نعلم القواعد التي يمكن أن تراعى في إنشاء الفروض بحيث تأتي بفروض جيدة لأن هذه مسألة فردية خالصة ، إنما القواعد التي نستطيع أن نضعها هي تلك المتعلقة بما يتلو وضع الفرض . أما قبل وضع الفرض ، فالأمر يتعلق بشيء ذاتي ، بعاطفة تقائية ، بنوع من الوجдан الذي يحمل الإنسان على تصور فرض ما لتفسير الظواهر المشاهدة .

ومع هذا فيجب أن نلاحظ ثانياً أننا لسنا هنا بإزاء نوع من الإلهام أو من الوجдан الصوفي ، بل يجب أن يسبق هذا الافتراض ما سمي به باسم النظام المخلل أو التحليلي الذي يوجد في عقل كل عالم والذى يهدى به خلال هذه الظواهر إلى توسيم القانون الصحيح الذي يمكن أن تفسر على أساسه . فنحن هنا بإزاء ما يمكن أن يسمى باسم « التوسيم » أي اكتشاف العلة الحقيقة بطريقة لا تسير على أساس البرهان للنطق أو لا تبدأ من الظواهر مباشرة . وهذا التوسيم يتم بمران طويل ويأعداد يتعارض بالنظام التحليلي لكل عالم على حدة ، وهو نظام ينشأ وفق الممارسة الطويلة لعلم معين أو لقدرة هائلة على تجنب القاعدة الصحيحة لظاهرة ما من الظواهر .

وثالثاً يجب أن يلاحظ من ناحية أخرى أن الفرض قد ينشأ في أحيان كثيرة من مران طويل ، وعمل شاق تقوم به شيئاً فشيئاً بتعديل التجارب ، وتسويتها ، ثم يأتي الفرض في النهاية كخاتمة لهذه التجارب واللاحظات الكثيرة . فكيلر مثلاً قد وصل إلى قانون الأفلاك الذي يقول بأن الكواكب تدور في مدار اهليجي الشكل بعد أن اقترح تسعه عشر فرضاً . علينا في هذه الحالة أن نقوم بفقد دقيق للفرض شيئاً فشيئاً وألا نعتمد على مجرد الإلهام العادى أو الخواطر السائحة بل يجب أن نستمر طويلاً في إجراء التجارب لبرؤية دون أن نقيم أى فرض إلا في اللحظة التي نشر فيها بأن الظواهر كافية في هذه المرحلة للإعفاء بفرض يمكن أن يكون مقبولاً أو مرذولاً . وهنا يجب أن نصف ما يسمونه باسم مقاصد الافتراض *leitmotivs* أى الأحوال الباعثة على افتراض الفرض .

ويجب أن نميز هنا بين الأحوال الباعثة على وضع الفرض أياً كانت ، وبين الأحوال الباعثة على وضع فرض جيدة : فالحالة الأولى شخصية ولا يمكن أن نضع لها قواعد ولاحظات تتصل بسيرها ، أما الحالة الثانية فيمكن بسهولة أن نضع لها القواعد . هذه المقاصد أو البواعث أو العوامل المؤدية إلى وضع الفرض الجيدة هي أولاً *الجبرية* *déterminisme* العلمية ، ويقصد بها أن يفترض الإنسان دائماً أن الظواهر تخضع لجبرية دقيقة وأن علينا أن نفترض هنا أن الظواهر تتسلسل وفقاً للعقدة *العلمية* *nexus causale* فيها يحدد الميدان الذي يمكن أن نضع فيه الافتراض فلا نلتجأ إلى تلك الفرض الخالية الرائفة التي كان يلتجأ إليها في العصور الوسطى ، بل كان كيلر أيضاً يلتجأ إليها في افتراض الفرض ، فإنه حين أراد أن يفسر الانتظام في سير أفلاك الكواكب افترض وجود ملاك حاد سماه باسم *angelus rector* مرتبط بكل ذلك ، هو الذي يجعله يسير بطريقة منتظمة .

وَنَانِيَا المائة . — وَمِنْهُج المائة *analogie* من أَخْطَر الناھج المفيدة فِي إِبْحَاد الْفَرَوْضِ وَذَلِكَ بِأَنْ تَفْرُضَ أَنْ ثَمَّةَ تَنَاهِلاً وَتَوَافِقاً بَيْنَ الظَّواهِرِ الْمُخْتَلِفَةِ فِي الْمَالَكِ الْكُوْنِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ أَوْ فِي دَاخِلِ الْأَنْوَاعِ الْمُخْتَلِفَةِ لِجِنْسٍ وَاحِدٍ ، خَصْوَصاً فِي مُلْكَةِ الْأَحْيَاءِ . فَنَسْتَطِيعُ أَنْ نَتَّنَقُلَّ مِنْ أَحْوَالِ مَشَاهِدَةِ بِالنَّسْبَةِ إِلَى نَوْعٍ حِيَوَانِيٍّ مَعِينٍ إِلَى ظَواهِرٍ أُخْرَى مَائِلَةً بِالنَّسْبَةِ إِلَى نَوْعٍ آخَرَ فَنَطْبِقُ مَا يَجْرِي مَثَلًا عَلَى الْفَئَرَانِ أَوِ الْأَرَانِ أَوِ الْفَضَادِعِ — عَلَى الإِنْسَانِ .

وَثَالِثًا الاتصال *continuité* فَنَفْرُضُ دَائِمًا أَنْ فِي الطَّبِيعَةِ اتِّصَالًا وَأَنَّ الطَّبِيعَةَ عَلَى حِدَّ تَعْبِيرِ لِيَنْتِسَ لَا تَقْوِمُ بِالْعَفْرَةِ ، فَتَلَاهَا حِينَا نَرِيدُ أَنْ نَعْرِفَ كَيْفِيَّةَ إِحْدَاثِ ظَاهِرَةٍ مِنَ الظَّواهِرِ الْصَّوْئِيَّةِ أَوِ الْكَهْرِيَّةِ فَيَجِبُ أَنْ نَفْرُضَ التَّوْصِيلَ مِنَ الْمَوْلَدِ الْكَهْرِيِّ إِلَى الشَّيْءِ الَّذِي حَدَثَ فِي الظَّاهِرَةِ الْكَهْرِيَّةِ ، كَمَا يَشَاهِدُ مَثَلًا فِي الْأَعْدَةِ الْكَهْرِيَّةِ .

وَرَابِعًا يَعْكُنُ أَنْ نَعْدَ مِنْ بَيْنِ الْعَوَامِلِ الْمُؤَدِّيَّةِ إِلَى وَضْعِ الْفَرَوْضِ الصَّحِيحَةِ اعْتِبَارَ أَنَّ الطَّبِيعَةَ فِي كُلِّ أَحْوَالِهَا تَخْضُمُ لِظَّرُوفَ مَعِينَةٍ وَاحِدَةٍ وَأَنَّ هَذِهِ الظَّرُوفَ تَتَكَرَّرُ فِي أَحْوَالِ عَدَدٍ مُخْتَلِفٍ وَإِنْ كَانَ هُنْكَ أَجْبَانًا نَوْعًا مِنَ الْجَدَةِ فِي ظَرُوفَ دُونِ ظَرُوفِ أُخْرَى ، فَبِافتِراضِ وجودِ الْأَطْرَادِ فِي نَظَامِ الطَّبِيعَةِ نَسْتَطِيعُ أَنْ نَقْوِمَ بِكَثِيرٍ مِنَ الْفَرَوْضِ الَّتِي قَدْ تَتَحَقَّقُ فِيَّا بَعْدَ . فَهَذِهِ الْأَفْكَارُ الْعَامَةُ مِنْ جَبْرِيَّةِ وَمَائِلَةِ وَاتِّصَالِ وَاطْرَادِ تَحْدُونَا إِلَى وَضْعِ فَرَوْضٍ صَحِيحَةٍ .

وَالْفَرَوْضُ بَعْدَ هَذَا عَلَى نَوْعَيْنِ ، فَهُنْكَ فَرَوْضَ جَزِئَيَّةٍ هِيَ التَّعْلِيقَةُ بِأَحْوَالِ مَعِينَةٍ لِأَحْدَاثِ مَعِينَةٍ ؛ وَهُنْكَ فَرَوْضَ عَامَةٍ ، وَهَذِهِ الْفَرَوْضُ الْعَامَةُ تَنْقَسِمُ بِدُورِهَا إِلَى قَسْمَيْنِ : مَبَادِيِّ ، وَنَظَريَّاتِ . أَمَّا الْمَبَادِيِّ فَهُنِّي الرَّوَابِطُ الْعَامَةُ الَّتِي تَرْبِطُ بَيْنَ جَمْلَةِ قَوَانِينِ ، أَمَّا النَّظَريَّاتُ فَهُنِّي الصِّيَغُ الْعَامَةُ الَّتِي تَفَسِّرُ بِوَاسْطَتِهَا طَافِقَةً أَوْ أَكْثَرَ دَاخِلَةً فِي نَظَامِ وَاحِدٍ مِنَ الظَّواهِرِ .

## ٢ — شروط الفرض :

وعلينا الآن أن نحدد الشروط التي يجب مع ذلك أن نراعيها في وضعنا للفرض لأن وضع الفروض وإن كان يتم في أحوال شخصية وأسباب تتصل بطبيعة العالم الباحث، فإن الفروض الصحيحة يمكن مع ذلك أن توضع لها قواعد يجب مراعاتها حتى تكون قائمة على أساس صحيح أو على الأقل قابلة لأن تكون محتملة بواسطة التجارب المختصة. وأول هذه الشروط أن يتم الفرض ابتداء من واقعة معينة ملاحظة فلا يبدأ من تخيلات ولا من مجرد الربط بين أفكار من أجل تكون فرض ما. أجل إن الفرض التي لا تبدأ من وقائع مشاهدة فعلاً قد تجده في أحيان كثيرة، بل هذا نوع من الفرض يجب النصح دائمًا باستخدامه من أجل أن يكون ممارسة القوة الافتراضية في الإنسان — لكن ينبغي مع ذلك في وضعنا للفرض أن نحاول قدر المستطاع أن نبدأ من واقعة معينة.

وثانياً : يجب أن يكون الفرض مما يقبل أن يتحقق فلا يندفع وراء الفرض انطليالية السخية التي قد تدل على عمق الوجدان أو اتساع النظرة، ولكنها لا تنبع في الواقع، ولهذا فبمجرد وضع فرض يجب أن نحاول تحقيقه بأسرع ما يمكن حتى تبين ما إذا كان من الممكن تحقيقه أو ليس من الممكن ذلك.

وثالثاً : يجب أن يكون الفرض خالياً من التناقض فلا يدو مناقضاً لوقائع معروفة. ولكن هذه الفكرة أحياناً ما تؤدي إلى نوع من التكاسل أو إلى نبذ فرض قد يظهر فيما بعد أنها صحيحة، فثلا عدم الاشتراك في المقدار بين الور والصلع في الربع قد بدا لفيثاغوريين في البدء كشيء فاضح لها كادوا يبنونه؟ وكذلك نجد أغلب الفروض الجريئة التي تثير ثورة في العلم، قد بدأت في أول الأمر وكأنها نوع من الجنون أو الافتراض العقلي الخالص كما هو ظاهر مثلاً في

نظريّة التحول التي قال بها لا مارك فقد نسبها Geoffroy Saint-Hilaire بـها مجرد حق ، وكذلك فرض التطور لداروين قد قوبل بكثير من السخرية ، بوصفه فرضاً وهياً .

والشرط الثاني — وهو المتعلق بوجوب إمكان تحقيق هذا الفرض تجريبياً — لا يقصد منه أن يتيسر هذا التحقيق التجاريّي بطريق مباشر . فإنه إذا لم يتيسر ذلك بالطريق المباشر ، استطعنا أن نلّاجأ إلى طريق آخر غير مباشر هو أن نستخلص بواسطه الاستدلال أشياء توقف على صحتها صحة الفرض ، فإذا ما ثبتت صحتها ثبتت بالتالي صحة الفرض . فكما رأينا مثلاً قانون سقوط الأجسام عند جيليليو حينما لم يستطع جيليليو أن يبرهن على الفرض الذي افترضه أولاً بطريق مباشر اضطر أن يستنتج قضيّاً أخرى ضروريّة استطاع أن يبرهن عليها ، فيسر له ذلك أن يبرهن على الفرض الأصلي . ومن هذا يظهر أن الاستدلال أى النهج الاستدلالي يدخل كجزء ، رئيسى عضوى في داخل النهج التجاريّي ، كأنه يدخل في أحوال أخرى كثيرة ستفصل أمرها فيما يتلو .

أما من ناحية الشرط الثالث وهو الخاص بعدم التناقض فنستطيع أن نضيف إلى ما تقدم بالنسبة إليه أن هذه الفكرة ، فكرة عدم التناقض ، يجب أن لا نلّاجأ إليها من أول الأمر فلا نعتقد أن مجرد التناقض الظاهر بين الفرض الجديد وبين الحقائق الثابتة من قبل أو الملاحظات المزعوم أنها صادقة من قبل ، مدعاه إلى نبذ الفرض واطرافقه نهائياً . وفضلاً عن هذا ، فقد يجوز أن تكون الأشياء الثابتة من قبل هي الباطلة بينما الفرض الجديد هو الصحيح ، خصوصاً إذا لاحظنا أن الصحة في العلم مسألة نسبية إلى أقصى حد . فليس في العلم حقيقة ثابتة إطلاقاً ، بل الأمر يتوقف على درجة تطور العلم ، وليس لإنسان بعد هذا أن يقول إن هذا الفرض

لا يمكن أن يبحث فيه لأنه يتنافي مع كذا أو كذا من القضايا العلمية الثابتة بل يجوز لنا بعد هذا أن نتحمّل صحة الثبات المزعوم لهذه القضية؛ ومن هذا كله قد نصل إلى إثبات الفرض الجديد وتعديل الحقائق الثابتة وفقاً لهذا الإثبات. وعلى كل حال فيجب أن لا نفتر كثيراً بفكرة التناقض فترىع بأن في مجرد التناقض إيداعاً بأن الفرض الجديد هو الباطل.

وقد حدث هذا خصوصاً بالنسبة إلى كثير من النظريات الموجلة في التجديد والحدثة لتراث جديدة كما يظهر مثلاً بالنسبة إلى نظرية النسبية في هذا القرن فإنها وإن كانت فرضياً لا يتفق مع ما أثبت به نظرية الجاذبية الكلية عند نيوتن فإن هذا لم يمنع أو لم يكن من الواجب أن يمنع من البحث في الفرض الجديد لعله يؤدي إلى نتائج جديدة من شأنها على العكس من ذلك أن تعدل في نظرية الجاذبية الكلية لنيوتن.

### ٣ — نقد الفرضية :

ويتصل بهذا مباشرة مسألة نقد الفرض، وهذه المسألة قد قالت خصوصاً كاثر رجعى من آثار احتقار الفروض الذى كان شائعاً في القرنين ١٨ و ١٧، فإن قول نيوتن *hypotheses non fingo* أي « لا أفترض الفروض » قد جعل كثيراً من العلماء ينظرون بعين الحذر الشديد إلى استخدام الفروض. وكانت نصائح يكون مؤثرة بدورها في اطراح كل فرض. ولكن جاء القرن ١٩ فاراد أن يسترد للفرض مكانتها الأولى ولكن مع تحفظات شديدة من شأنها أن تختلف كل هذه التفاصيل التي قال بها خصوصاً الافتراض. وهذه التحفظات أولاًها أن الأصل أن لكل إنسان أن يفترض ما يشاء وأن الافتراض عامل ضروري لا غنى عنه لتحصيل العلم وأن قول نيوتن هذا قد فسر على غير وجه فإن السياق

الذى وضع فيه هذا القول في كلام نيوتن كان سياق رده على الديكارتىين الذين  
أخذوا عليه — ولم يكونوا على حق — أنه قد أتى في قوله بالجاذبية بفرض  
يكاد أن يتشابه تماماً مع فروض رجال العصور الوسطى المتصلة بالحوادث السريه  
للأشياء مما كانت فروضاً زائفه كلها ، فقال إننى هنا لم آت بفرض وأنها هنا  
لا أفترض فروضاً بل أسيء وفقاً للقواعد . فبتر هذه العبارة من هذا السياق هو  
الذى ألم الدين عزوا إلى نيوتن أنه ينكر استخدام الفروض ، هذا القول .  
والحقيقة أننا لا نستطيع أن ننكر ما للفروض من قيمة وإلا أنكرنا ما للخيال  
المبدع من قيمة وأنكرنا بالتألى إيجاد عوامل هاديه وأفكار حاديه للإنسان  
إبان البحث . فللإنسان أن يفرض بل له أن يفرض ما يشاء بل له أن يفترض أيضاً  
وجود عالم خيالى مثل الأطلانطيد الذى غاصلت فى قاع المحيط ، أو تصور  
عصور ذهبية كانت فيها الإنسانية على نحو غير النحو الذى هي عليه فى الوقت  
ال الحالى . وإنما الخطأ يأتى هنا من أن هذه الفروض أحياناً تكون عقيمة فلا يمكن  
أن تتحقق كلاماً يكىن أن توحى بشىء آخر من شأنه فيما بعد أن يتحقق . فالعامل  
المحدد لقيمة الفروض أياً كانت ضالتها هو خصبه ؛ فإذا كانت فروضاً خصبة  
أثبتت نتائج حقيقية ، وفي هذا يقول بيرس Peirce إن حقيقة أية نظرية إنما  
تقوم على الآثار والنتائج التي تقدمها . وعلى هذا فقد يكون أو قد كان بالفعل  
لكثير من الفروض أهمية هائلة في إيجاد نظرية جديدة ، فمثلاً افترض أهمية  
العدد 7 قد جعل الباباين والشياحورين يقولون بوجود نجم سابع ، بحثوا عنه  
فوجدوه أخيراً وهو نجم المريخ .

إذا يجحب أن يلاحظ هنا أنه إذا كانت القضايا الصادقة لا تنتج إلا قضايا  
صادقة ، فإن القضايا الكاذبة قد تنتج قضايا صادقة ، وعلى هذا فعلينا أن نجرب  
الفروض أياً كانت ثم نحاول أن نتحققها أو أن نستخلص منها نتائج يمكن فيها بعد

أن تطبق عملياً . وإنما الاحتياط الذى يجب أن يستخدم هنا هو الاحتياط المتعلق بتحقيق الفروض في الواقع بواسطة التجربة . ذلك أن تحقيق الفروض شاق طويلاً يحتاج إلى كثير من النفقات ، خصوصاً الفروض المتعلقة بمسائل حيوية قد تحتاج إلى وقت طويلاً لكي تتحقق ، مثل الفروض المتعلقة بالنمو والوراثة أو التكاثر . كما أن ميزانيات المعامل ضئيلة كل الضرالة ، ولهذا يجب أولاً أن يختار من بين الفروض الممكنة أقربها إلى التحقيق تجريبياً وأقلها نفقات ، وكخطوة تمهيدية لتجريب الفروض الواسعة يحسن بنا أن نعتمد على ما يسميه « مانخ » باسم التجربة العقلية فهو يوفر علينا كثيراً من النفقات ومن الوقت ، وقد رأينا في واقع التاريخ أن هذا التجربة العقلية قد أفادت في هذه الناحية كثيراً . ومن الأمثلة المشهورة عليه جيليليو في اكتشافه لقانون سقوط الأجسام ولبعض مسائلاً أخرى في الفلك .

وإذا كنا لا نذهب إلى ما يذهب إليه رينيانو من أن التجربة العقلية هو الأصل في كل برهنة ، فما لا شك فيه أن التجربة العقلية أثراً هاماً في الاقتصاد في الفكر ، وفي أن يجري في الفكر ما لا يتيسر إجراؤه في الواقع العملي .

ولهذا يجب إذن ألا نأخذ بآقوال « كونت » وسخريته مما يسميه باسم الفروض الميتافيزيقية ، فيه كثرة لا معنى لها في هذا الباب ، كما أنها مبشرة عن إجراء الفروض التي قد يتيسر فيما بعد تحقيقها تجريبياً . وكم من الفروض التي بدت من قليل خيالية قد تحققت بعد ذلك بأزمان !

### تحفيظ الفرصة :

والخطوة التالية بعد فرض الفروض ثم نقدها أعنف نقد هي أن تقوم بعملية تحقيق الفرض . وهذه العملية تشمل التجربة بالمعنى الدقيق كما تشمل الروح العامة

التي يجب أن تسود كل تجربة . فلنبدأ بالحديث عن هذه الروح المأمة للمنهج التجريبي فإن تحقيق الفروض فنقول إنه يتقسم قسمين : منهج سبلي أو استبعادي — وفيه تقوم بتحديد نطاق أو مجال الفروض ففترض ما يمكن افتراضه من أجل تفسير ظاهرة من القواهر ثم نستبعد ما من الفروض لا يتفق يقينًا مع الحقائق المسلم بها من قبل ، أو القوانين الثابتة ، والقوانين الشائنة هي القوانين التي لا مجال بعد — على أصح الآراء — للشك فيها ، مثل أن سرعة الضوء أكبر من سرعة الصوت ، أن الأجسام تمدد بالحرارة وهكذا . . . إلى آخر الحقائق التي كادت أن تكون حقائق أولى . ويتصل بهذا المنهج السبلي ما يسميه كلوود برنار باسم منهج برهان الضد أو شاهد النفي ( كما يقول رجال القانون ) *contre-épreuve* و *témoin à charge* وهذا المنهج معناه أن نأتي ببرهان مضاد على الحالة التي أثبتناها إن أمكن ، ففي امتحان العكس نوع من إثبات الأصل ، ويتصل به أيضًا ما يسمى باسم التجريب على بياض *à blanc* وذلك بامتحان الأجهزة في الأحوال العادية أو الأوزان بحسب المعاير الموجذبة كامتحان الترمومتر في درجة حرارة منتظمة ، أو البارومتر في مستوى سطح البحر ، أو الميزان بوضع ثقلين متساوين نوجذبين في كلتا السκفتين .

ثانيًا : المنهج الإيجابي — وفيه نحاول أن ثبت صحة الفرض في كل الأحوال المتغيرة الممكنة بأن شوّع في الظروف ونظيل في التجربة وتغير أيضًا في الأشياء المستعملة لإجراء التجربة . وبهذا التنويع المستمر معبقاء حدوث الظاهرة أبدًا تابعًا لعلة معينة نستطيع أن ثبت صحة الفرض يقينًا وهذا ما يسمى باسم « منهج التضاد في التفسير » *méthode de concordance variée* الذي عن جو بلو خصوصًا بتفصيل القول فيه . وال Shawهد على هذا كثيرة في تاريخ العلم ، فيزيون مثلًا حينما قام بأبحاثه الخاصة بالبندول قد استخدم قضبانًا من الفضة والخشب والنحاس وبقية المعادن التي تيسر له استخدامها لكي يبرهن أن الأمر

لا يتوقف على معدن خاص . وكذلك جليبي في بيته سقوط الأجسام في تجربة التي أجرتها في بيته قد استخدم أجساماً من الحجر والذهب والنحاس والمعادن . ويحصل بهذه التجربة أيضاً تضليل تأثير التفاف العددية بالنسبة إلى ظاهرة ما ، فثلاً بالنسبة إلى معرفة عدد الجزيئات الموجودة في حجم معين من الغاز يمكن أن نجحى بذلك في لزوجة العاز أو في الحركة البراونية أو في شحنة الأيون  $Ion$  أو في النشاط الإشعاعي الراديومي ، أو في نطاق محدد من انبثاث ضوء مثلاً . فنجد من كل هذه الأحوال المختلفة أننا نصل إلى عدد هو واحد تقربياً فنستطيع بهذه أن نحدد مقدار ما في حجم معين من غازات ثم نحدد بعد هذا حركة هذه الغازات .

فمن طريق هذين المنهجين : السلبي والإيجابي نستطيع إذن أن نتحقق الفرض . وهذا وبعد بيان هذه الروح العامة لتحقيق الفرض تبدأ عملية التجربة بالمعنى الدقيق . ونقصد بالتجربة هنا بيان أن الروابط التي يعبر عنها الفرض موجودة فعلاً في التجربة وفي ظواهر معينة من التجربة . ومن المعلوم أننا لا نستطيع أن نشاهد القانون عياناً في التجربة الخارجية ، لأن القانون تغير عن رابطة وإضافة ، والروابط أو النسب تقوم بين الأشياء ولا توجد في الأشياء ، لهذا فإن تحقيق الفرض إنما يتم بالنسبة إلى أحوال جزئية من تجمعها وتضليل القراءات التي تقدمها ، وتوافق النتائج التي تنتهي إليها — نستطيع أن نصل إلى إثبات أن الرابطة صحيحة وبالتالي ثبتت صحة الفرض .

### أولاً : قواعد ولوحات ييكوره :

وضع ييكون القواعد الأولى الحقيقة لإجراء التجربة وسمى مجموع هذه القواعد باسم قفص *Pan* La Chasse de Pan ، ويقصد من *پان* هنا — وهو كما نعرف إله الطبيعة والبراري والنباتات والصيد أو القفص عند اليونان — يقصد

بــ الطبيعة الكلية أو الكون . فيكون يريد من وراء هذه التواعد أن يبحث عن الطبيعة بكل ما تحتوى عليه مما يسمى هو باسم الطبائع أى الكيفيات التي توجد عليها الأشياء ، فنصل بــ من مميزاته كــ في الميثولوجيا أنه يهــ لنا افتراض شوارد من الطيور لمــ نــكن تــصدــ إليها منــذ الــبدــء . فنصل بــ منــ إذن يــدلــ بــ مــجازــاً عنــدــ يــكونــ علىــ أنــ هــذاــ القــنــصــ يــســطــعــ أنــ يــســرــ لــنــاــ اــكــتــشــافــ أــشــيــاءــ فــيــ الطــبــيــعــةــ لــمــ نــكــنــ نــفــكــرــ قــبــلــ فــيــ اــكــتــشــافــهــاــ وــلــمــ نــســعــ قــصــداًــ إــلــىــ هــذــاــ الــاــكــتــشــافــ . وــهــذــاــ القــنــصــ مــرــحــلــاتــانــ : الــمــرــحــلــةــ الــأــوــلــىــ هــىــ مــرــحــلــةــ التــجــرــبــ ، وــالــثــانــيــةــ هــىــ مــرــحــلــةــ مــاــ يــســمــوــنــهــ بــاســمــ اللــوــحــاتــ أــوــ تــســجــيلــ التــجــرــبــةــ .

أما المــرــحــلــةــ الــأــوــلــىــ فــتــشــمــلــ عــدــةــ أــنــوــاعــ أــوــ درــجــاتــ أــوــ لــاــهــاــ تــنــوــيــعــ التــجــرــبــةــ ، وــقــدــ يــكــوــنــ هــذــاــ مــثــلــاــ أــوــلــاــ صــنــعــ الــوــرــقــ . فــنــحــنــ نــعــرــفــ أــوــ كــانــ هــوــ يــعــرــفــ أــنــ الــوــرــقــ يــكــنــ أــنــ يــصــنــعــ مــنــ قــصــاصــاتــ الــثــيــابــ ، فــنــســتــطــعــ أــنــ نــفــرــضــ بــعــدــ هــذــاــ هــلــ يــكــنــ أــنــ يــســتــخــرــجــ مــنــ مــوــاــدــ أــخــرــ مــثــلــ لــبــ الــخــشــبــ . فــهــذــهــ هــىــ الــحــالــةــ الــأــوــلــىــ لــتــنــوــيــعــ التــجــرــبــةــ وــذــلــكــ بــأــنــ نــوــعــ فــيــ الــمــوــادــ الــتــىــ تــنــتــجــ عــنــهــ ظــاهــرــةــ مــاــ . وــالــحــالــةــ الــثــانــيــةــ أــهــىــ أــنــ تــنــصــوــرــ مــصــادــرــ أــخــرــ إــلــاــ حــادــثــ ظــاهــرــةــ مــنــ الــظــواــهــرــ ، فــنــحــنــ نــعــرــفــ مــثــلــاــ نــالــرــاــيــاــ الــمــحــرــقــةــ *ardents* تستــطــعــ أــنــ تــرــكــ أــشــعــةــ الشــمــســ فــنــفــتــرــضــ بــالــشــلــ هــلــ مــكــنــ أــنــ تــرــكــ أــيــضــاًــ أــشــعــةــ الــقــعــرــ . فــهــذــاــ التــنــوــيــعــ الــمــســتــمــرــ لــمــوــادــ التــجــرــبــةــ أــوــ نــالــأــحــوــالــ الــتــىــ نــجــرــىــ فــيــهــاــ تــجــرــبــةــ نــســتــطــعــ أــنــ نــكــشــ خــواــصــ جــدــيــدــةــ لــطــبــائــعــ الــأــشــيــاءــ .

ثــانــيــاًــ : إــطــالــةــ التــجــرــبــةــ . وــذــلــكــ بــأــنــ نــســتــمــرــ فــيــ جــعــلــ الــمــؤــثــرــ يــنــتــجــ أــثــرــ فــيــ الشــيــءــ الــمــأــثــرــ حــتــىــ نــلــعــمــ هــلــ مــنــ شــأــنــ هــذــاــ أــنــ يــفــيــرــ فــيــ طــبــيــعــةــ الــمــأــثــرــ أــوــ أــنــ يــنــتــجــ ظــواــهــرــ جــدــيــدــةــ . فــنــحــنــ لــوــعــرــضــنــاــ ســأــنــلــاــ لــدــرــجــةــ حــرــارــةــ خــفــيــقــةــ نــوــعــاــ ، حــدــثــ عــنــ هــذــاــ تــقــطــيــرــ . وــإــذــاــ اــســتــمــرــنــاــ فــيــ هــذــاــ طــوــيــلــاــ حــدــثــ عــنــهــ تــصــعــيــدــ ، فــنــ هــذــهــ إــطــالــةــ

تأثير المتأثر بالمؤثر قد وصلنا إلى ظواهر جديدة غير التي عرفناها من قبل وكذلك الحال في أنواع الاختمار أو تمدد الأجسام فقد نصل عن طريق التمدد إذا ما ارتفعنا بدرجة الحرارة إلى حد كافٍ نقول أن نصل إلى درجة الانصهار، وقد نصل بالنسبة إلى بعض الأجسام بقدر من الحرارة كافٍ أن نبلغ مرتبة التصعيد.

ثالثاً: نقلة التجربة: فإننا إذا جمعنا المواد والتعليمات والإرشادات الخاصة بصناعة من الصناعات وحاولنا بعد هذا أن ننتقل من هذه المجموعة إلى صناعة أخرى، فإننا نستطيع أحياناً أن نفيد الصناعة الجديدة من تلك المجموعة من الإرشادات المستخدمة في السابقة. فنقلة التجربة معناها إذن أن نحاول أن نطبق على تجربة جديدة أو فرع آخر غير الفرع المطبق فيه مجموع من الإرشادات ما يطبق على فرع معلوم من قبل، لعل هذا يفيد أحياناً في الصناعة الجديدة أو في تحقيق التجريب بالنسبة إلى الظواهر الأخرى.

رابعاً: قلب التجربة: وذلك بأن نحاول أن نتبين أثر العلة في الشيء المتأثر في وضع مقلوب، فنحن إذا أخذنا مثلاً قضيباً من الحديد وسخنه، وجدنا أن الحرارة تنتقل من أعلى إلى أسفل، أكثر مما تنتقل من أسفل إلى أعلى؟ — أو بتغيير الأوضاع التي تحدث فيها ظاهرة، بأن نعدل من وضع المؤثر والأثر بعضهما بالنسبة إلى بعض، لعل أن يكون في هذا نوع من التحسين في التجربة.

تلك هي المرتبة المتعلقة بالخطوة الأولى. ونحن لو نظرنا فيها للجدلناها في الواقع إرشادات نافعة وإيجامات خاصة ل لتحقيق التجربة على أوفي نحو. وهي ليست من نوع القوانين أو اللوائح التي يفرض اتباعها في غضون أو تصور على أنها قوانين ملزمة أو قواعد ضرورية كما سيزعم ملّ من بعد فيها يتصل برأيه.

أما المرتبة الثانية فهي اللوحات وهي لوحات الحضور والغياب وقاوتها الدرجات. أما لوحات الحضور فيقصد منها تجليل الأحوال العديدة الممكن

مشاهدتها أو التحقق منها بالنسبة إلى خارجها من الظواهر ، وقد ذكر ي يكون لهذا مثلاً مصادر الحرارة ، فسر ٢٧٥ حالة فيها تحدث الحرارة ، بعضها غريب كل الغرابة مثل ما يحدث في الشتاء حينما يأتي الإنسان فيليس جسماً بارداً كل البرودة فإنه يشعر بما يشبه الاحتراق . ومن الأمثلة التي أوردها أيضاً الاحتكاك ، الصواعق ، الاختمار ، حرارة الكائنات الحية ، الصاعقة ، أشعة الشمس الخ . فعلى الإنسان في لوحة الحضور أن يسجل إذن كل الأحوال الممكنة لحدوث ظاهرة من الظواهر ، والآن في هذه الحالة كالمائد الذي يفتح فرقه تحت قيادته ليعرف من الحاضرون ومن الغائبون . والمهم في هذا أن يسجل كل هذه الأشياء لأن المهم في هذه المرتبة الثانية من مراتب قنصل هو التسجيل لا الاعتماد على مجرد المشابهة أو المعلومات المشوهة أو الناقصة ، وعلى هذا فإن مرحلة تسجيل الحضور من المراحل الفرورية جداً ، خصوصاً وأنها تحملنا فيما بعد على الوفاء بشروط التجربة في كل أحوالها ، أو تنويع المصادر قدر الإمكان أو الاستفادة بتصدر عن مصدر آخر حينما يفتقد .

ثانياً : لوحة الغياب ، ويس هذا في الواقع تعبيراً دقيقاً ، إنما التعبير الدقيق أن يقال لوحة الانحراف والغياب . ولا يقصد هنا بالغياب أن يضم الإنسان إحصائية شاملة بالأحوال التي لا تحدث فيها الظاهرة ، فهذا فضلاً عن أنه مستحيل هو قطعاً نوع من البث ، فمن الذي يستطيع أن يحدد كل الأحوال التي لا تحدث فيها ظاهرة ما ؟ وإنما المقصود بعملية الغياب هذه أن تأتي في مقابل كل حالة من حالات الحضور بالحالة التي لا تحدث فيها الظاهرة بالنسبة إلى هذه الحالة عينها ، سواء كانت حالة الغياب واحدة أو أكثر من واحدة . وعلى كل حال فإن أحوال الغياب بالنسبة إلى كل حالة من حالات الحضور محدودة . وإذا أخذنا المثال السابق الخاص بالحرارة ولتكن مثلاً الحرارة الناشئة عن أشعة الشمس

ننظر في الحالة التي لا تتم فيها الحرارة بغياب العنصر الأصلي المولد لها في هذه الحالة وهو الشمس ، وحالة الغياب هنا هي حالة الكسوف أو حالة الليل . وبالنسبة إلى حالة الحرارة في الكائنات الحية ، ننظر في حالة الكائنات الميتة . وهكذا نجد باستمرار أن أحوال الغياب ستكون بهذه الطريقة محددة ولو نسبياً قسماً نعم أن تقوم بتسجيل هذه اللوحة .

واللوحة الثالثة والأخيرة هي لوحة تفاوت الدرجات . فلا تقتصر على بيان الأحوال التي تحدث فيها ظاهرة ما والأحوال المقابلة لها مما تغيب فيه هذه الظاهرة بغير بُناء مُصدرها ، بل تقوم أيضًا بتسجيل الدرجات التفاوتة للظاهرة المدروسة ، فمثلًا بالنسبة إلى الكهرباء تبين مقدار الكهرباء التي تحدث بواسطة عمود كهربائي والتي تحدث بواسطة مجرد حك ساق من الكهرباء أو بواسطة مولد كهربائي — إلى آخر هذه المصادر المختلفة لتوليد الكهرباء ، فتُسجل التفاوت في درجات إحداث الظاهرة درجة درجة حتى يكون لدينا سجل شامل بالأحوال المختلفة لظاهرة من الظواهر . وبهذا يمكن تسجيل الظاهرة وتكون اللوحات وافية بالغرض المقصود منها ، وهو جمع كل ما يتعلق بظاهرة من المعلومات ، لتكون مجاميع معينة في كل علم من العلوم ، فيتيسر لنا عن هذا الطريق اكتشاف مجموعات من العلوم ما كانت لتسكُنَّ من تكتشُفَ من مجرد تسجيلاً الظاهرة ودراساتها دراسة منفصلة معزولة .

غير أن الملاحظ على منهج ي يكون هذا أنه منهج ليس بالدقيق وإنما لا يستطيع أن يقول عنه إلا أنه مجرد نصائح وإرشادات تقدم للمحرب أثناء التجربة أو مجرد إيماءات نافعة تعينه أثناء البحث ، لهذا جاء مل من بعد ، وتبنا لأبحاث هرشل Herschel ، فاراد أن يكون بالنسبة إلى الاستقراء ما كونه أسطو بالنسبة لقياس ، حين وضم لقياس أضري وأشكلا .

قد أراد مل هو الآخر أن يضع القواعد أو اللوائح (canons) الضرورية لخطوات لابد منها في النهج التجريبي لكنه يؤدي إلى القصد منه وهو اكتشاف القوانيين بيان أو بائيات روابط عاشرة بين الظواهر بعضها وبعض . والفارق واضح بين ما يقصده مل وما يقصده بيكون ، فيكون أولاً لم يقصد إلى اكتشاف قوانين ثابتة ضرورية كما يدعى مل ، وإنما هو قد رمى من وراء هذه الإرشادات إلى اكتشاف الطبائع أي خواص الأشياء لا الروابط الموجودة بينها وبعض . وثانياً لم يحسب بيكون نصائحه نوعاً من البرهنة ، بينما عد مل لواحه شرطاً أساسياً لتكون البرهان الاستقرائي ، ومن هنا اشتق دل مل إنقاذاً شديداً في لواحه لأنها من الضيق والتحديد بحيث لا تسمح مطلقاً بالإفراق عنها . وعلى العكس من ذلك نجد أن نصائح بيكون كانت واسعة لا تظهر بمظهر الإلزام فكان من السير إذن أن يؤخذ بها أو أن يعدل منها وفقاً للحاجات . هذه اللوائح التي وضعها مل Mill تنحصر في المائة الخمسة التالية : (١) منهاج الإنفاق . (٢) منهاج الإفراق . (٣) منهاج المزدوج للإفراق والاتفاق . (٤) منهاج البواني . (٥) منهاج التغيرات المساوية

variations concomitantes

والبعض من هذه المنهج قد قال به هرشنل من قبل ولكن مع اختلاف واضح يظهر خصوصاً في أن مل قد عد هذه اللوائح قواعد ضرورية كقواعد الاستقراء بالنسبة إلى الاستدلال ، بينما هرشنل قد عدّها مجرد فرض وإيماءات وإرشادات لجعل التجربة أكمل ما يمكن أن تكونه . كما أنها تختلف اختلافاً واضحاً عمما يقصد به مل Mill فهرشنل يقصد مثلاً من منهاج البواني غير ما يقصد به مل ، إذ يحسب هرشنل أن هذا النهج هو كمبيج الاستنفاد في الرياضيات مثلاً . وعلى كل

حال فعلياً الآن أن تحدث عن كل لائحة من هذه الـ *لوائح المرض* (أو الأربع)  
بالتفصيل مع تقدّم كل منها على حدة فنقول :

١ — *منهج الانفاق* : يقول هذا المنهج إن علينا أن ننظر في مجموعة الأحوال المولدة لظاهرة ما . فإذا وجدنا أن ثمة عاملان واحدان يظل باستمرار موجوداً على الرغم من تغير بقية السوابق أو المقدمات فمن الواجب أن نعدّ هذا الشيء الثابت الواحد هو علة لإحداث الظاهرة . ويضرب لهذا مثلاً ظاهرة الندى فإن هذه الظاهرة تحدث أولاً حينما ينفع الإنسان بفيه على جسم مبتعد مثل لوح من الزجاج في يوم بارد ، أو لوح معدني بارد كذلك ، ثم تجد هذه الظاهرة أيضاً على السطوح الخارجية لزجاجات تستخرج من ثلا ، كما تجدها أيضاً حينما تأتي بإياء فيه ماء بارد ونضعه في مكان دافئ . — فتجد دليلاً في كل هذه الأحوال أنه على الرغم من اختلاف المواد التي تتركب منها الظاهرة من فتح على جسم بارد أو سطح قينية بها ماء مستخرج من ثلا أو سطح زجاجة ملؤها ثلجاً أدخلت في مكان آخر ، فإن ثمة عاملان واحدان موجوداً باستمرار هو اختلاف درجة الحرارة بين الجسم وبين الوسط الخارجي أو الشيء الماس ، فالتنفس الخارج من الفم أعلى درجة في الحرارة من الزجاج البارد ، وسطح القينية المعرض للهواء أدنى من الماء الذي في داخلها ، وكذلك الحال بالنسبة إلى الزجاجة . ومن هذا يتبيّن إذن أن العلة في إحداث ظاهرة الندى هو هذا الاختلاف في درجة الحرارة بين جسم ووسط ماس .

وعلى هذا يمكن وضع لائحة هذا المنهج هكذا : إذا كانت لدينا أحوال مختلفة فيها عنصر واحد ثابت باستمرار ، فإن هذا العنصر هو العلة في إحداث الظاهرة المتنقّلة بين كل هذه الأحوال المختلفة . ويمكن أن يعبر عن هذا رمزاً بـ *إن يقال* : إذا كانت لدينا الأحوال *أ ب ج ، ا د ه ، او ز ، ا ح ط ... إلخ*

فإن أهي العلة في هذه الظاهرة التي أحوالها مختلفة ( وهي أب ... إلخ ) لأن أهي العنصر الواحد الثابت إبان كل هذه الأحوال المتغيرة .

وهذا المنهج ، منهج الاتفاق ، كثير الاستخدام في العلوم . وأكثر التجارب التي تقوم بها في الحياة العادلة تعتمد فيها خصوصاً على هذا المنهج فن مجرد مشاهدتنا لأنواع مختلفة من الظواهر يوجد فيها عنصر واحد مشترك باستمرار نستطيع أن نتبين أن العلة لابد أن تكون هي هذا الشيء الثابت إبان كل هذا التغير . ولكن يجب أن يلاحظ مع ذلك أن هذا المنهج له عيوب شديدة أولها أن يشترط أن يوجد عامل واحد هو الثابت باستمرار إبان كل هذه الأحوال المتغيرة وهذا الشرط يعسر الوفاء به دائماً ، لأن العوامل متشابكة ولا يمكن أن نكتشف عنصراً واحداً موجوداً باستمرار في الجامع المتغيرة من الأحوال المشاهدة بل كثيراً ما نرى هذا العنصر مختلفاً بغيره ، وقد يتضاد هو وعنصر آخر في جميع الأحوال دون أن يكون هذا العنصر علة حقيقة وإنما يوجد بالعرض دائماً ، لأنه لا سبيل إلى الفصل في الواقع الطبيعي بين هذين العنصرين . وعيوب آخر أنه قد يحدث أحياناً عن هذا أغلوطة من نوع الأغلوطة المعروفة باسمأخذ ما ليس بعلة ، على الصورة « بعقبه إذن بسببه » *post hoc, ergo propter hoc* فتعتقد من مجرد التوالي أن ثمة صلة علية مع أن الأمر كاد أن يكون على سبيل المصادفة . ولهذا نصح كلود برنارد بعدم الاعتماد على هذا المذهب لأنه كثيراً ما يحيد بنا عن السبيل الحقيقي لاكتشاف العلم ، وعلينا بعد هذا أن نأتي بمنهج آخر يعدل من دواعي الضلال هذه .

ويمكن تلافي هذه الأغاليط بعض التلافي بتنوع التجارب قدر المستطاع ، وجعل الظواهر المشاهدة تخضع لظروف متباعدة بحيث يتبعنا لنا على وجه أشبه باليقين أنه لا يمكن أن تتواءل كل هذه المشاهدات من أجل إحداث هذه

الظاهرة المعينة دون أن تكون ثمة صلة علية بين المقدمات وبين الظاهرة الناتجة . ومن هنا نجد أن كبار العلماء حينما أراؤها أن يتأكّدوا من صحة ما افترضوه من صلة العلية بين مقدمات ونتيجة ، حاولوا أن ينوعوا التجارب — كأنصح بذلك ي يكون من قبل — قدر المستطاع فيستخدموا مواد مختلفة حتى لا يكون لهذه الأمور العرضية دخل في إحداث الظاهرة ، خليليوفي بحثه لقانون سقوط الأجسام قد استخدم أجساماً من الحديد والنحاس والماج .. الخ ، ونیوتن في تجربته على البندول قد استخدم أنواعاً مختلفة من البندولات من الفضة والنحاس والمعدن ، وكل هذا من أجل أن لا تكون الظاهرة قد حدثت لأسباب عرضية أخرى تتعلق بالمادة . — وعلى كل حال فإن منهج الاتفاق لا يمكن مطلاً أن يُعدّ منهجاً حاسماً ، إلى درجة أنه قد يحدث في كثير من الأحيان أن تتواءلاً جلة من المشاهدات على إثبات رابطة علية ، دون أن تكون ثمة رابطة علية حقيقة ، بينما نجد في بعض الأحيان أن مشاهدة واحدة تكفي لبيان صلة العلية بين سلسلتين من الأحداث . ولماذا يقول جوبلون عن هذا المنهج إنه لا يمكن إلا أن يكون لوناً من ألوان إضافة مؤيدات للظواهر التي أورثت إلينا بالفرض ، ولا يمكن أن تكفي بنفسها ، وذلك للأسباب التالية : أولاً : لا نستطيع نظراً إلى تشابك العلل في الطبيعة أن نعزل في الواقع علة واحدة تكون هي العلة المحددة بالفعل ، فما نشدهناه من عزل العلة المعينة لم يتحقق إذن بواسطة منهج الاتفاق . ثانياً : يلاحظ أن العامل المشترك قد لا يمكن مشاهدته بطريقة شاملة في الطبيعة ، فلا نستطيع أن نعرف حينئذ ما هي العلل الحقيقة التي أورثت في إيجاد الظاهرة . ثالثاً : نجد في الواقع أن هذه الظواهر أو بالأحرى المشاهدات المتفقة فيما بينها ليست إلا أنواعاً جديدة من المشاهدات تضاف إلى تلك التي أورثت بالفرض وإن تكون لها قيمة حاسمة إذن من ناحية البرهان اللهم إلا إذا آتينا حينئذ بما

يساهم جوبلو باسم منهج الاتفاق للتوعى الذى يحملنا على النظر فى أنواع مختلفة تتنسب إلى الظاهرة المعينة ، حتى يكون من هذا التوعى شاهد حقيق على أن الاتفاق لم يكن عرضًا أو من سبيل الاطراد دون العلية ، فعلمياً إذن إلا شق كثيراً بهذا النهج فلا تتحذى من مجرد الاتفاق دليلاً على وجود صلة العلية .

## ٢ - مراجـ اـلـ فـرـاءـ :

فإذا أردنا أن تتحقق من صحة نتائج النهج السابق ، لابد أن نأتي بمنهج مضاد فى الصورة لكنه مؤيد فى النتيجة . فنجرى ما يسمى باسم البرهان العكسي contre-épreuve الذى أشاد به كلوبرنارد وحسبه التجربة الحقيقية الخامسة التى دعا إلى إنجادها يكون . هذا النهج يقول إذا اتفقت مجموعتان من الأحداث من كل الوجوه إلا وجهاً واحداً فتتغير النتيجة من مجرد اختلاف هذا الوجه الواحد فإن ثمة صلة علية بين هذا الوجه وبين الظاهرة الناتجة . فإذا كانت لدينا مجموعة لكل م  $n$  ، تنتج ظاهرة ما ، ومجموعة أخرى لكل م  $m$  وننجز عن ذلك اختلاف في النتيجة في حالة عن الأخرى ، فإنه يوجد بين  $n$  و  $m$  صلة علية .

ونستطيع أن تتحذى لهذا مثلاً تلك التجربة التى قام بها باستير لإثبات وجود جراثيم فى الأصل فى الكون ، فى الأجسام المختمرة ، أى فى وجود الأختمار ، فقد أخذ باستير قنعتين وضمهما فى برميل واحد فى درجة حرارة واحدة وفى القنعتين سائل واحد ، وقد أغلق فوهة إحدى القنعتين إغلاقاً محكماً بينما ترك الأخرى مفتوحة ، فتبين له بعد قليل أن السائل فى القنعة المفتوحة الفوهة قد تغير وحدث فيه اختمار ، بينما السائل فى القنعة المحكمة الإغلاق لم يتأثر مطلقاً ، فاستنتج من هذا أنه لابد أن يكون لكون فوهة القنعة فى الحالة الثانية مفتوحة قد حدث الاختمار ، وبالتالي سيكون الماء هو العلة فى إحداث الاختمار ، وذلك

لأنه يحتوى على جرائم دخلت السائل فأحدث ظاهرة الاختمار فيه .

وهذا النهج كثير الاستعمال ومن أخصب المنهاج ولكن مع ذلك محدود الاستعمال بمعنى أن نطاق تطبيقه ضئيل ، إذ هو يفترض مقدماً خصوصاً التجربة وذلك بأن تكون عاليين بالنسبة الموجودة بين طائفة وطائفة ، وفترض أو نجوى تجريبياً إسقاط أحد العوامل فينتج عنه سقوط الظاهرة المطلوب دراستها . ويستخدم خصوصاً في علم وظائف الأعضاء حينما يريد أن تحدد وظيفة عضو من الأعضاء فجوى حينئذ عملية البتر لهذا العضو لكن تبين ما ينتهي عن هذا البتر من تأثير — وهذه التأثير هي التي تحدد وظائف هذا العضو . فلو بترنا مثلاً العصب البصري لتبين لنا تماماً كيف تم بالفعل عملية الإبصار ، ولو بترنا مثلاً مركز اللغة (بروكا) لتبين لنا كيف تم وظيفة الكلام . غير أننا قد نخدع في بعض الأحيان عن فعل الطبيعة وذلك أن كثيراً ما نجد أنه ببتر مركز يحدث لأعضاء أخرى تكيف من شأنه أن يجعل بعض الأعضاء تقوم بوظيفة العضو للبتر كما يحدث هذا بالنسبة إلى مركز بروكا نفسه ، فإن المشاهد هو أن الجزء الثاني من المخ يقوم بهذه الوظيفة .

ولكن هذه العملية عملية التجربة المتصل بالقضاء على عامل لبيان آثاره لا يمكن تطبيقها في بعض الظواهر التي تند عن قدرتنا الإنسانية ، فثلاًلا تستطيع أن تلغى تأثير الجاذبية التي للأرض . كلاماً لا تستطيع أن تغير في الظواهر الجوية العامة مثل المد والجزر والخسوف والكسوف . ولهذا كان تطبيق هذا النهج محدود النطاق . غير أن فائدته جلية كما قال كلاود برنارد ، إذ هو يكون نوعاً من البرهان العكس الذي نعدل به قدر المستطاع من أخطاء النهج السالف ، منه الآفاق . غير أن نتيجته مع ذلك ليست حاسمة ، وذلك لتشابك الظواهر الطبيعية

إلى درجة تجعل من غير المستطاع عزل عامل فضلاً عن أنه قد تحدث ظاهرة عن علل مختلفة لها نفس القيمة في إيجادها فترى حينئذ لأننا نجهل بقية العلل أن ظاهرة قد حدثت بسبب إلغاء العوامل العلية المعروفة مع أن الظاهرة قد حدثت لأسباب أخرى غير الأسباب التي نعرفها فتجربة باستور السابقة قد شكك فيها على أنه قد يكون التولد الذاتي التلقائي *génération spontanée* هو العلة في إحداث ظاهرة الاختمار، ولكن كان لابد من وجود تيار هواء لإحياء الكائنات التولدة.

فإذا باستير وأقام تجربة أخرى بأن أغلق الفوهة بقطن مندوف *ouate* معقم بالحرارة فتبين له حينئذ أن ظاهرة الاختمار قد حدثت في المفتوحة الفوهة بينما المغلقة لم تحدث فيها، فتأيدت التجربة مرة أخرى وإن كان قد شكك فيها بعد ذلك فاضطر باستير إلى إجراء تجارب أخرى مؤيدة. ومن هنا يتبيّن إذن أن منهج الافتراض ليس يقينياً وإن كان حاسماً بدرجة أكبر مما كانت الحال عليه بالنسبة إلى المنهج السابق. وينبّه أن نلاحظ أخيراً أن هذا المنهج يمكن إجراؤه ليس فقط بين تجربتين بل وأيضاً، بين سلسلتين من التجارب ولكن هذا يؤدّي في الواقع إلى ما يقرب من المنهج الثالث والذي سنتحدّث عنه الآن.

### ٣ — مسارات التغيرات المعاوقة : *M. de variations concomitantes*

يمكن أن يسمى هذا المنهج بطريقة أدق باسم التغيرات المعاوقة المتضاعفة، أو التغيرات المعاوقة النسبية (*corrélatives, proportionnelles*) إذ يقول هذا المنهج إننا لو أتينا بسلسلتين من الفواهير فيها مقدمات ونتائج، وكان التغير في المقدمات في كلتا السلسلتين ينبع تغيراً في النتائج في كلتا السلسلتين كذلك، وبنسبة معينة فلا بد أن تكون ثمة صلة علية بين المقدمات وبين النتائج. ولبيان هذا نعود إلى

باستير مرة أخرى فتستشهد بتجربته التي تقول إنه أتى بعشرين زجاجة ملوءة بسائل في درجة الغليان ، فوجد أولاً في الريف أن ثمانى زجاجات فقط هي التي تغيرت حيناً فتحت : وفي المترتفعات الدنيا المجوراً تبين له ثانيةً أن خمساً فقط هي التي تغيرت : ولما ارتفع إلى أعلى قمة الجبال حيث الثلوج الناتمة لم يجد غير واحدة ، وحينما أتى بهذه القنبلات العشرين في غرفة مغلقة أثير غبارها تبين أنها جميعاً قد تغيرت — فتبين له من هذا أنه ب مجرد تغير الجواء قد حدث تغير في النتائج أى في قابلية اختمار السوائل الموجودة بالقنبلات العشرين . فنسبة نسبية عليه إذن بين المقدمات وبين النتائج ، نسبة تغير بطريقة معينة وفقاً لتغير الأحوال التي تجري بين طرفيها الظاهر المشاهدة .

فن هذا يتبين إذن أنه لو كانت لدينا سلسلتان من الظواهر المتوازية بحيث تكون السلسلة الأولى منها مكونة للمقدمات ، والثانية للنتائج ، ووجدنا أن ثمة تغيراً في النتائج بحسب التغير في المقدمات ، فلا بد أن توجد صلة عليه بين السلسلتين . فإذا كانت كل م من تسبق أو تصحب ظاهرة ما «ه» ، ووجدنا أن كل م من تسبق أو تصحب ه ، وكل م من تسبق أو تصحب ه ، فإن ثمة صلة عليه بين كـ ه .

وميزة هذا النتيج أنه يمكن تطبيقه في مجال أوسع من النتيج السالف فقد رأينا أن منهج الافتراق قد لا يمكن تطبيقه في بعض الأحوال التي لا سيطرة فيها التجربة الإنسانية على تغيير ما بها من عوامل . ولكن النتيج الجديد ، منهج التغيرات المعاقة ، تيسراً إجراؤه حتى في هذه الظواهر . ومن الأمثلة على هذا ظاهرة المد والجزر ، فهذه الظاهرة لا يمكن بواسطه منهج الافتراق أن نعدل فيها لأنها تجري بين أجسام في الطبيعة لا سيطرة للإنسان عليها ، ونحن نعرف أن هذه الظاهرة تحدث عن الجاذبية التي تأتي من جانب القمر صوب الأرض ، فنستطيع أن تتبين صحة هذا الفرض من مشاهدة أن التغيرات في مقدار المد والجزر تناسب

تناسباً طردياً مع وزن القمر من الأرض ، فكلما كان أقرب ، كانت هذه الظاهرة أشد ظهوراً والعكس بالعكس ، مما يدل على أن هناك صلة علية بين القمر وبين المد والجزر . وميزة أخرى لعلها أن تعدد اليوم الميزة الرئيسية الكبرى لهذا النهج هي أنه في الواقع المنهج الكي الوحيد بين المنهاج الأربعة ، فبقية المنهاج منهاج كيفية تتعلق بثبوت الظاهرة دون أن تحدد بالدقة كيتها ولا كيفية تغيرها وفقاً لنسبة كية . ولكن هذا النهج يخول لنا أن نحدد بطريقة كية حسابية عديدة النسبة الموجودة بين علة ظاهرة و نتيجتها ، فثلا بين جاذبية الأرض والأجسام ، أو بين الزمن وسرعة سقوط الجسم ، فنعرف أنه : كلما طال الزمن من نقطة بدء سقوط الجسم ، ازدادت سرعة الجسم في السقوط . وهكذا نستطيع أن نحدد بطريقة كية النسب الموجودة بين شروط ظاهرة ونتائجها .

### أساس الاستقراء :

مسألة أساس الاستقراء تدرس عادة على أنها تتألف من مسائلين : الأولى مسألة المبدأ أو المبادئ التي تقوم عليها فكرة النهج التجاري نفسه ، وثانياً : مسألة الضمان الذي يضمن لنا الانتقال من الحالات الجزئية المشاهدة إلى وضع القانون العام . وكثيراً ما اختلطت المسائلتان بعضهما ببعض خصوصاً في الرسالة الممتازة التي قدمها لاشلييه بعنوان «أساس الاستقراء» وأثارت كثيراً من الجدل في أواخر القرن ١٩ وأوائل هذا القرن ، لأنها وضفت هذه المشكلة ، مشكلة أساس الاستقراء ، لأول مرة في صيغة واحدة جعلتها من المسائل الرئيسية للمنهج التجاري .

أما المسألة الأولى فيجب أن تميزها تمام التمييز من المسألة الثانية على الرغم من كل هذا الخلط ، لأنهما وإن ارتبطا فيما بينهما ارتباطاً وثيقاً فإن الأساس فيما ليس بوحد ، كما أن النظرة التي تقول بها بالنسبة إلى الواحدة ، لا تعين بالضرورة

تلك التي نظر بها إلى الأخرى . فالمسألة الأولى هي مسألة المصادرة أو المبدأ الرئيسي الذي يقوم عليه كل استقراء وبالتالي كل بحث على . فنحن ننرف فيما يتصل بالمنهج الاستدلالي والفكر المنطقي بوجه عام أنه يقوم على مصادرة رئيسية أو بالأحرى مبدأ ضروري هو مبدأ الذاتية . وكذلك الحال نجد أن المنهج الاستقرائي أو التجربى يقوم هو الآخر على مبدأ عام أو مصادرة هي مبدأ الطليعة .

و هنا يلاحظ أن كلمة العلية كانت تفهم بمعان عددة تكاد أن ترجع فيما قبل نهاية القرن الماضي إلى معنى واحد هو وجود قوة تحدث أثراً ما يسمى المعلول . و تبعاً لهذا كان يقال بتكافؤ العلة مع المعلول ، وأن العلة تحدث المعلول ... إلى آخر هذه العبارات التي تؤذن بأن ثمة قوة تنتج عنها نتيجة معينة ، وهذه القوة تسبق بالضرورة الناتج عنها أو المعلول . — ولكن إذا نظرنا في القوانين التي تتصل ببيان العلة (أو العلية) لوجدنا أنها لا تتعلق فقط بالصلة بين سابق وتال ، وإنما تتعلق بالأحرى — كما بين ذلك الأستاذ لالاند — في كتابه «نظريات الاستقراء والتجربة» (ص ١٨٧) — نقول إن القوانين تتعلق :

١ — بالطبع بالمعنى الذي يفهم به يكون هذا اللفظ مثل تركيب الجزيء molecule أو تركيب الذرة أو تركيب أي عنصر كيماوى :

٢ — بالإضافات الثابتة الموجودة بين صفين أو سلسلتين من ظواهر المعينة بالنسبة ببعضها إلى بعض تبعاً للدالة  $s = d(s)$  كما يظهر هذا في الجاذبية والانكسار والسبة بين الشدة والمقاومة في التيار الكهربائي ؟

٣ — بمقادير عددية ثابتة مثل سرعة الضوء ، طول الموجة ... الخ ؟

٤ — باطرادات هي عبارة عن ظواهر مساوية لأخرى دون أن تتبين بالدقة

صلة علية — بمعنى قوة تؤثر في شيء — بين سلسلتي هذه الظواهر كما نجد هذا مثلاً في كون الاجتار يستتبعه كون الظفف مشقوفاً ... الخ :

٥ — بأحداث دورية ينظر فيها إلى أوجه ثابتة في تطورها بالنسبة إلى مجتمع متشابهة كما يظهر مثلاً في ظاهرة التبل ، أو ردود الفعل الكيماوية أو ظواهر الهدم والبناء بالنسبة إلى الخلايا ، أو قوانين التولد والنمو والذبول والفناء بالنسبة إلى الكائنات الحية ... الخ :

٦ — بعلاقات الأتجاه vection كافية القانون الثاني من قوانين علم القوى الحرارية المعروف بقانون كارنو أو قانون نقصان الطاقة ... الخ . فهذه الظواهر تقوم على أساس وجود اتجاه تتجه الظواهر وفقاً له في مدى تطورها . وهذا يظهر خصوصاً في نظرية التطور سواء منها المتعلقة بالكائنات الحية أو المتعلقة بالقشرة الأرضية : فهنا نجد دائماً اتجاهها تسير وفقاً له الأحداث .

فالقوانين إذن تتخذ هذه الصور الست . وعلى هذا فلا يمكن أن نفهم العلية بمعنى أن ظاهرة ما لا بد أن تسبق ظاهرة أخرى أو أن ثمة قوة تنتج أثراً — فهذا وصف غير دقيق الفكرة العلية . وفكرة العلية كما نظر إليها أصحاب المدرسة الاسكتلندية وعبر عنها بكل وضوح Roger Collard تقوم على أساس مبدأين : أن القوانين ثابتة ، هذا هو المبدأ الأول ؛ وأن القوانين عامة ، وهذا هو المبدأ الثاني . أما من حيث المبدأ الأول فالقصد منه أننا لسنا في حاجة إلى دراسة الظواهر في كل لحظات الزمان بل يكفي أن نلاحظ ظاهرة ما في زمن ما ، لكن نحكم بأن القوانين التي تحكمها ستكون دائماً على هذا النحو على مدى الزمان . وليس للزمان من أجل هذا دخل في تغيير القوانين التي تخضع لها الظواهر ، وبهذا تستبعد فكرة الزمان ، فالزمان الخالق الذي تحدث عنه برجسون لن يكون

له أي أثر هنا . أما المبدأ الثاني فمعناه أن القانون قضية كلية بالمعنى المنطق لكلمة قضية كلية ، ومعنى هذا أننا لسنا في حاجة إلى دراسة كل الظواهر في المكان بل يمكن أن نقوم بالتجربة على مجموعة من الظواهر في هذا المكان لكن نعم الحكم فنجعله صاحباً في أي مكان آخر . فوفقاً لهذا المبدأين : مبدأ الثبات ومبدأ العموم تقوم فكرة العلية عند هؤلاء .

واستمر هذا الرأي يشغل أذهان المناطقة إلى درجة كبيرة حتى أتى لاشليه في أواخر القرن الماضي في رسالته المشهورة «أساس الاستقراء» فبحث المسألة بحثاً أوفي وأتم وانتهى من هذا البحث إلى بيان أن العلية أو الجبرية إنما تقوم على أساس مبدأين : مبدأ الفاعلية ، ومبدأ الغائية . وقد ابتدأ لاشليه بحثه هذا بعبارة واردة في كتاب كُنْت «قد الحكم» ومن هذه العبارة انتهى إلى هذه النتيجة التي أوردها . أما المبدأ الأول فيقول بالنص :

«في سلسلة من الأحداث وجود ظاهرة لا بد أن يعين وجود ظاهرة أخرى» . أما المبدأ الثاني فيقول :

«وجود ظاهرة في نظام معين لا يتعين تعييناً حقيقة إلا بالنسبة إلى نظام الكل» . فلندرس كلاً من هذين المبدأين بالتفصيل :

أما المبدأ الأول فهو مبدأ العلية العام مصوغاً بطريقة أكثر دقة ، ويقصد منه أن الظواهر يحدد بعضها بعضاً ، وأنه لكن ين وجود ظاهرة من الظواهر فلا بد أن تبقى ظاهرة أخرى أو على الأقل توجد في صلة معها بحيث يتعدد وجودها بوجود الأولى . وهكذا نجد أن الكون سيترك من سلسلة متراطة من الظواهر التي يحدد بعضها بعضاً . وإذا اقتصرنا على هذا المبدأ ، لاستمر هذا التحديد إلى غير نهاية . ولكننا إذا استمرنا إلى غير نهاية فإننا سننتهي

قطعاً إلى الفوضى والاختلاط وستكون حال العالم كحاله في مذهب ايقور قبل تجمع الفرات من أجل تكوين الأكوان .

ولكن هذا المبدأ غير كاف لأن افتراض إمكان حدوث مثل هذه الحالة حالة الفوضى المطلقة ممكن ، وليس أقل إمكاناً من فكرة الجبرية المطلقة . فلا بد هنا إذن في نظر لاشليه أن يتدخل مبدأ آخر يحول دون حدوث هذه الفوضى المطلقة ، وهذا المبدأ هو مبدأ الغائية . والغاية هنا ليست بالمعنى المفهوم عادة من أن مجموعة أشياء تتجه نحو غاية نهاية وإنما يقصد به أن ثمة نظاماً يقتضي ترابط الأشياء على نحو ضروري من شأنه أن يجعل الجزء الواحد يتوقف في تركيبه وطبيعته على الجزء الآخر ، ومن هنا صاغ لاشليه هذا المبدأ على هذا النحو : « إذا كانت الظواهر نظاماً فإن هذا النظام فيه تقدّم فكرة الكل فكرة الأجزاء وطبيعة الكل تحدد وجود الأجزاء ». ويفهم لاشليه الغائية هنا بمعنى الغائية الباطنة أي التي تتعلق بطبيعة الشيء نفسه من حيث ترتيب وظائفه وأجزائه بعضها بالنسبة إلى بعض من أجل تحقيق كماله أو فكرته الموجة .

وليس الفائمة هنا غائية خارجية بمعنى أن يكون الشيء وسيلة لتحقيق غاية خارجة عنه ، فالفائمة الباطنة عنده هي بعینها تلك التي فهمها كنت وهي ترجم في نفس الآن إلى فكرة المجال ، فعند كنت أن المجال هو وجود النظام في الأجزاء وتتصافر الأجزاء بعضها مع البعض الآخر وفقاً لما تقتضيه طبيعة الكل .

ولو قدر للاشتية أن يعبر عن مذهبة في صيغة أعم لا تنتهي إلى مذهب فوحدة الجمال كذهب بادوين Baldwin المسى باسم pancalisme

ولو نظرنا في هذين المبدئين لوجدنا أولاً أن الأصل فيهما يرجع إلى النقدية الحديثة التي اعتقدها لاشلييه ومثلها في فرنسا في أواخر القرن الماضي

ومرجها في النهاية إلى أن الأشياء لا وجود لها في الواقع إلا لأن عقل يتأملها ويدركها . أجل قد يكون للأشياء في ذاتها وجود ، ولكنني لا أعلم عنه شيئاً وليس في وسعى أن أعلم عنه أى شيء . وذلك لأن الأصل في المعرفة هو التجربة ، والتجربة هي الأشياء كايتصورها العقل . فحتى الأصل الذى أبدأ منه والذى يدعى أصحاب المذهب الوضعي الذى يقول بوجود خارج العقل ، لا يمكن أن يتحقق إلا بواسطة عقل يحده ، والعقل لا يستطيع أن يدرك الأشياء إلا على أساس أن بها نظاماً ، فكما أنه يفترض في إدراكه للموجودات والمعقولات مبدأ الذاتية حتى يتم أى فكر سليم ، فإنه كذلك يفترض مبدأ النظام لكي تم المعرفة .

وعلى ذلك فلما كانت الطبيعة خارجية لا وجود لها إلا بوصفنا مدركين لها ، فلا بد أن يسودها إذاً هذا المبدأ ، مبدأ النظام . لهذا لا تستطيع أن نسير مبدأ العلل الفاعلية أى مبدأ الجبرية إلى نهايته ، بل لا بد أن يتدخل دائماً مبدأ النظام كي يعدل من شطحات المذهب الأول ، حتى تدرك الحقيقة خارجية الإدراك السليم . وهنا نجد لا شylie يعتمد حتى على أبحاث العلماء الوضعيين التجربيين ويهيب خصوصاً بكلود برنار ، وعلى وجه التخصيص بذكره في الصورة الموجة idée directrice ويدرك إلى تفسير هذه الفكرة على أنها تدل على معنى الغائية ، ولو قدّر له أن يفسر بكلود برنار لقال أن هذه الصورة الموجة لا توجد في الكائنات الحية وحدها بل وأيضاً في المعدات . خركات الكواكب بعضها بالنسبة إلى بعض إنما تم أيضاً تبعاً لصورة موجة . وانتقال ذرة الميدروجين من حمض لكي تتحدد بعنصر مكونة ملحاً ، إنما يتم أيضاً تبعاً لصورة موجة . وانتقال قطعة من الجسم في المحلول لكي تنضم إلى البذرة التي بسبيل التكوب على نحو يجعل البذرة ذات شكل هندسي دقيق إنما يتم أيضاً تبعاً لصورة موجة .

فلننظر الآن في كل مبدأ من هذين المبدأين **الذَّيْن** قال لا شلّيه إنّها الأساس في الاستقراء والمنهج التجريبي عموماً. ولنضرب صفحـاً عن المذهب الميتافيزيقي الذي أقام على أساسه هذا القول. فقد يمكن أن تكون هذه المقالة التي قال بها لا شلّيه مفهومـة معقولـة في داخل هذا الإطار الميتافيزيقي الذي قال به وهو الإطار النقـى الحديث، ولكنـا لا نريد أن ننظر إليه هنا إلا من ناحـة علم المـناهـج. فنقول أنه فيما يتصل بالـمبدأ الأول، هذا المـبدأ يقول إنـ الظـواهر يـعـيـنـ بـعـضـهاـ بـعـضـاًـ، فـهـنـاكـ سـابـقـ يـؤـثـرـ فـيـ الـلـاحـقـ بـالـضـرـورـةـ أوـ عـلـىـ الـأـقـلـ هـنـاكـ أـشـيـاءـ يـؤـثـرـ بـعـضـهاـ فـبـعـضـ.ـ وـلـكـنـ قـدـ يـقـالـ هـنـاـ إـنـاـ حـيـنـ التـجـرـيـبـ لـاـ بـدـ أـنـ هـذـاـ المـبـدـأـ،ـ إـنـاـ هـوـ مـبـدـأـ قـدـ نـحـصـلـهـ باـسـتـمـارـ التـجـرـيـبـ وـتـوـالـيـهـ.ـ وـلـكـنـ هـذـاـ الـاعـتـرـاضـ عـلـىـ مـبـدـأـ لـاـ شـلـلـيهـ لـيـسـ بـوـجـيـهـ،ـ وـذـلـكـ لـأـنـ التـجـرـيـبـ نـفـسـهـ لـاـ بـدـ أـنـ يـقـومـ فـيـ أـوـلـ الـأـمـرـ عـلـىـ اـفـتـرـاضـ ضـمـنـيـ عـلـىـ الـأـقـلـ مـبـدـأـ الـجـبـرـيـةـ.ـ إـذـ مـاـ مـعـنـيـ التـجـرـيـبـ إـلـاـ أـنـ يـكـوـنـ هـنـاكـ اـفـتـرـاضـ أـنـ الـأـشـيـاءـ التـيـ حـدـثـتـ الـيـوـمـ سـتـحـدـثـ أـبـدـاـ مـهـماـ اـخـلـفـتـ أـسـبـابـ الـزـمـانـ وـالـكـانـ!ـ فـهـنـاـ يـحـبـ كـمـ يـلـاحـظـ الـأـسـتـاذـ لـالـانـدـ أـنـ قـوـلـ إـنـ مـذـهـبـ لـاـ شـلـلـيهـ مـصـيـبـ.

أما عن المـبـدـأـ الثـانـيـ وهو مـبـدـأـ الـفـائـيـةـ الـبـاطـنـةـ فهو مـبـدـأـ مـحـفـوـفـ بـالـكـثـيرـ مـنـ الـفـمـوـضـ،ـ فـضـلـاًـ عـمـاـ فـيـهـ مـنـ نـزـعـةـ لـاـ نـقـولـ إـنـاـ مـضـادـةـ للـعـلـمـ بلـ نـقـولـ عـلـىـ أـقـلـ تـقـدـيرـ إـنـهاـ خـارـجـ الـعـلـمـ.ـ فـيـلـاحـظـ أـوـلـاـ أـنـ لـيـسـ مـنـ الـضـرـورـيـ أـنـ تـشـرـطـ الـفـائـيـةـ فـيـ كـلـ الـظـواهرـ.ـ فـهـذـاـ المـبـدـأـ إـذـنـ يـتـجـاـزـ الـحـقـيـقـةـ وـأـعـمـ مـنـهـ.ـ فـتـلـاـ فـيـ عـلـمـ كـالـفـلـكـ نـحـنـ لـاـ نـقـرـضـ مـطـلـقاـ وـلـاـ يـكـنـ أـنـ ثـمـةـ غـائـيـةـ أـيـ نـظـامـاـ فـيـ حـرـكـاتـ الـكـوـاـكـبـ،ـ وـإـلـاـ عـدـنـاـ إـلـىـ ذـلـكـ الـفـلـكـ الـتـهـدـمـ الـقـدـيمـ الـذـيـ كـانـ يـقـيمـ قـوـاعـدـهـ وـأـقـوـالـهـ عـلـىـ أـسـاسـ اـعـتـيـارـاتـ صـوـفـيـةـ كـاـ فعلـ الـفـيـثـاـغـوـرـيـوـنـ مـثـلـاـ وـكـانـ قـعـلـ أـنـوـاعـ الـفـلـكـيـاتـ الـمـرـتـبـةـ بـفـكـرـةـ الـفـائـيـةـ لـأـسـبـابـ دـيـنـيـةـ.ـ وـعـلـيـنـاـ هـنـاـ إـذـاـ لـاـ نـشـدـ

نظاماً بل ننظر في الحركات كما هي لأن تعتبر القوى المؤثرة وعلى أي نحو يتم التأثير بواسطة الجاذبية مثلاً ونحدد الحركات التي تقوم بها السكواكب وفقاً لتأثير هذه القوى .

وثانياً يجب أن يلاحظ أنه مبدأ ملتوٍ ، يختتم الكثير من التأويل لأن فكرة النظام فكرة غامضة: فقد يكون النظام في الثبات كما كان يفهمه اليونان خصوصاً ، وقد يكون النظام في الحركة ذات الاتجاه كما تفهمه فعلاً الروح الأوروبيّة ، فإذا كان لدينا فرضان فيما يتصل بتكون الكائنات مثل فرض «أجاسيز» Agassiz الذي يقول بالثبات ، بينما هنا فرض أصحاب التطور ابتداء من لا مارك حتى دارون الذي يقول بالتطور الحركي للકائنات ابتداء من البلاورة حتى الإنسان — فالبُدأ هنا إذاً مبدأ النظام يمكن أن يُفترضه تفسيرات ، ومن هنا لا نستطيع أن نقول إنه مبدأ ثابت محدد للتفسير . والواقع أن ثمة شبهًا كبيراً بين هذين المبدأين وبين التفسير الذي أطلق به روایه كولار وذكرناه من قبل لفكرة القانون ، فقول روایه كولار إن القوانين ثابتة ، يناظر تماماً قول لا شليليه إن الظواهر يُعين بعضها بعضاً في الوجود ؛ وقول لا شليليه إن وجود الكل يحدد طبيعة الجزء ، يناظر قول روایه كولار إن القوانين عامة — مع ما في هذا التفسير أو التشبّه من تعسُّف .

إذا نظرنا نهائياً فيما اتهى إليه تحليل لا شليليه لأساس الاستقرار وجدنا أن القسم الأول منه وهو المتعلق بالجبرية صحيح بوجه عام ، ولكنهم أثبتوا فيه بشيءٍ جديداً بخلاف ما أتى به من حلوله العلية من قبل . والمبدأ الآخر الذي كان جديداً بعض الجدة على الأقل بالنسبة إلى تحليل النتائج التجريبية وأساس الاستقرار يحيط به الغموض من كل جانب ولا يصلح فعلاً أن يكون أساساً حقيقياً أو مبدأً لل الاستقرار . ومن هنا نجد أن المناطقة قد حاولوا في أوائل هذا القرن وبعد أن أثار لا شليليه مشكلة

أساس الاستقراء هذه الإلتارة حتى جعلها تقريرياً من أكبر المؤثرات على الفكر الفرنسي المعاصر ، نقول إنهم بمحض عدها عن أساس الاستقراء فكانت آراؤم متضاربة بين نزعة فعلية أو برجاطيقية يمثلها خصوصاً من بين العلماء: دوم وبوانكاريه ، ونزعة منطقية منهجية حاولت أن تقدم أنواعاً من المبادئ العامة التي هي بالأحرى يجب أن تعدد أوصافاً للأفكار الحادية لذهن العالم إبان البحث ، ويتمثل هذا الاتجاه خصوصاً الأستاذ لالاند وجوبلو ؛ وثالثاً نجد فريقاً من العلماء المختصين الذين لم يشأوا الذهاب إلى الحد الذي ذهب إليه دوم وبوانكاريه من الشك في إمكان اليقين بالنسبة إلى النظريات الكبرى والفرضيات العامة ويعتبر هذا الاتجاه خصوصاً في فرنسا لنجمان ويران Langevin, Perrin أما دوم وبوانكاريه فقد عرفنا من قبل مذهبهما ، بخلافة مذهب الأول أننا نقطع من الواقع أشياء نفترض افتراضياً أنها تمثل الواقع الحقيقة مع أنها ليست في الواقع غير اقتطاعات ذهنية وتقطعات في الوجود الحقيق لا تمثله تمهيلاً حقيقياً . وما التفسيرات إلا أنواع من الفرضيات الميسرة التي تمثل لنا الحقيقة الواقع على نحو أو على نحو آخر . وبوانكاريه يذهب إلى نفس المذهب فيرى أن النظريات العلمية لا يمكن أن يبرهن عليها بيقين وأننا هنا بإزاء فرضيات ميسرة فحسب ، وأن في الاستقراء من الغرر والمحاجفة والبعد عن اليقين قدرأً هائلاً وبالتالي لا سبيل إلى إثبات النظريات الكبرى بوجه خاص لأنها تقوم على تعميمات أكبر . ويتميز حينئذ بين التجارب الجزئية التي قد يكون فيها مقدار وافر من اليقين وبين الفرضيات العامة التي يمكن أن تعد مجرد فرض ، نصيبيها من اليقين لا يربو كثيراً على نصيبيها من عدم اليقين . والأصل في نظرية هؤلاء ومن جرى في أثرهم التمييز بين مسألتين يجب في الواقع أن يميز بينهما بمنتهى الدقة ، وهذا التمييز هو التمييز بين الواقع وبين التجربة .

أما الواقعة فهى الأشياء الخارجية ، وأما التجربة فهى التفسير الذى نعطيه لهذه الواقعة الخارجية . وقد تكون الأولى سليمة وواقعة تماماً ، ولكن المهم هو التفسير الذى نعطيه لهذه الواقعة فكما يقول يينيه *Binet* : أجل إن المسألة مسألة ملاحظة وتجربة ؛ لكن ما أشق إيجاد الصيغة الدقيقة المعتبرة عن الواقعة ! وعلى هذا فإن القسم الثاني ظاهر أنه يتوقف تماماً على العقل الإنسانى ؛ والقسم الأول لا سبيل إلى الوصول إليه في ذاته لأنه إذا كان موجوداً في ذاته فلا يمكن أن نعلم عنه شيئاً إلا بحسب تجربتنا له ، فالأمر سيرتد في النهاية إلى تجربتنا المقلية الخاصة وعلى هذا فكأننا سرتد أيضاً إلى العقل الإنسانى وطرقه في الإدراك . وهذا السحر الذى كان يضفى على فكرة التجربة قد زال في النهاية . ومقالات الوضعيين في الإشادة بالتجربة والتجربة إنما تقوم على نوع من الادعاء الزائف لا أساس له . خيرٌ ما شئت أن تجرب ولكن المهم هو أن تفسر ما قت به من تجرب و ما قدمته لك هذه التجارب من نتائج . وهذه مسألة تتوقف على ذهن العام وحده ، والأمر إذن يتوقف في النهاية على العقل الإنسانى بما له من تركيب خاص ومن ميل معين إلى تفسير الأشياء على نحو دون آخر . فعلينا إذن أن نظام من حدة ادعاء الوضعيين الذى لم يعد تستحق إلا الابتسم العريض لأنه تبين أنه يقوم على عدم إدراك كاف لمعطيات التجربة وشرط الاستقراء .

أما أصحاب الاتجاه الثالث من أمثال لانجفان ويران ، فإنهم لا يريدون أن يتخدوا من هذا دليلاً على استحالة الإدراك المطابق للواقع لـ كل الأشياء . فإذا كانت الفروض الواسعة في العلوم الطبيعية لم تتحقق كلها على وجه اليقين فلا يجب أن ننأى من إمكان تتحققها يقيناً يوماً من الأيام ونخن ذاتنا بسبيل تحقيق غروض بعد فروض وهكذا باستمرار . ومن الملاحظ عيناً أن موقف هؤلاء

لا يختلف كثيراً عن موقف أصحاب المذهب السالف إلا في هذه التفنيات التي إن  
جازت في باب الأخلاق فلا تجوز في باب العلم.

بقي إذن التيار الثاني الذي يمثله المناطقة المنهجيون. وهنا نجد «لالاند»  
أولاً يقول إن ثمة مبادئ ثلاثة تقوم عليها مبادئ الاستقراء، وقد رأينا من  
قبل كيف ميز بين مسألة مبادئ الاستقراء ومسألة أساس الاستقراء، وهي تفرقة  
ليست واضحة لديه بطريقة كافية فهذه المبادئ الثلاثة هي مبدأ إمكان الاستدلال  
déductibilité ثم مبدأ الاجتماعية التتمة probabilité complémentaire ثم  
مبدأ التعميم universalisation أما المبدأ الأول خلاصته أنه لكي يتم  
استقراء صحيح فيجب أن يكون في الوسع إجراء استدلال بعده ولذا يقول بصربيخ  
العبارة إنه يجب أن يكون الاستدلال والاستقراء معًا متضادين في داخل عالم  
مقال شيء واحد. والذى يثبت لنا صحة الاستقراء هو إمكان الاستدلال.

فإذا أمكنني بعد فرض الفروض أن أستتتجج بواسطة الاستدلال نتائج قابلة  
للتحقيق والتطبيق كان الاستقراء صحيحًا. والمبدأ الثاني يقوم على أساس فكرة  
الاستبعاد: فنحن دائمًا يزاوج طائفة كبيرة من الفروض علينا أن نستبعد الواحد  
منها بعد الآخر وقتاً تكون هذا الفرض أو ذاك يخالف ما ثبت علمياً حتى الآن  
وهكذا حتى تنتهي إلى فرض واحد يكون هو الحقيقة. وهذا النهج السلبي، منهج  
الاستبعاد، هو مبدأ من المبادئ الرئيسية في الاستقراء.

وحيثند قد يعترض على هذا بأن يقال إن ميدان الفروض فسيح لا يحد  
فـ  $\dots$  تقوم إذن بهذه العملية التي تبدو مستحيلة؟ يجيب على هذا لالاند  
بأن يقول إن مجال الفروض محدود بحسب طبيعة المادة التي يجري عليها الفرض

فثلاً بالنسبة إلى الجموعة الفلكية ، نجد أن لدينا فرضين : إما أن تكون الأرض هي التي تدور حول الشمس ، أو الشمس هي التي تدور حول الأرض . فنحن إذن بين فرضين ، وإذا وجد مثلاً أن أجساماً مكهربة قد أفرغت شحنتها الكهربائية حينما توضع فوق موقد ذي غاز مشتعل فإن هذا إما أن يرجع إلى الحرارة أو إلى تحول الغاز إلى أيونات ، فتستبعد الفرض الأول بآيات أن إفراط الشحن الكهربائية يتم بدون وجود الحرارة ؟ فلا يبقى إلا الفرض الثاني وهو تأين الغاز . وهكذا نجد باستمرار أن الحال محدود في الفرض . — وفي هذا الرد على من الواجهة ، ولكنكه ليس صحيحاً في كل الأحوال ، فضلاً عن أنه لا يقدم في الواقع قوة دافعة إلى فرض فروض كثيرة عسى أن يتحقق منها واحد غير ما كان يفكري فيه . وعلى كل حال فهذا البدأ الثاني ينطوي على كثير من الاحتمالية ، ويدخل فيه حساب الاحتمال إلى حد بعيد .

والبدأ الثالث يمكن أن يلخص في قوله إن الأشياء التي تسير على قانون ما يجب أن تستمر على نفس الطريقة إلى أن يظهر برهان عكسي . وهنا نحن نفرض — كما قال جوبلو — نفرض إمكان أن يسير الزمان والمكان كما هي الآن وأن تكون الظواهر العامة التي تدخل في إطارها الظواهر الجزئية سائرة كما هي فلا نفترض مثلاً فناء الشمس أو ظهور قوة جديدة أو تدخل قوة مقاومة من عالم مجهول ، وعلى هذا نستطيع أن نستمر على هذا البدأ ما دمنا لا نجد فرضاً مضاداً أو برهاناً عكسيّاً ينفي ما نقول . غير أننا نلاحظ أخيراً على هذه المبادئ أنها توجيهات للبحث العلمي أكثر من أن تكون بياناً لأساس الاستقراء . والرأي الصحيح الذي يجب أن ننتهي إليه هو رأي أصحاب المذهب الأول ، فالنتيجة الأخيرة التي نستطيع أن نستخلصها هي أنه لكي يقون العلم لا بد أن نفرض الجبرية ، والجبرية الدقيقة إلى أقصى حد ، وأنه يجب ألا تتوقع تغيراً مفاجئاً

للقوى المؤثرة في الكون ، ولا نفرض أى تدخل خارق للطبيعة في ظواهر الطبيعة . علينا أن نؤمن بالجبرية المطلقة والختمية المطلقة الموجودة في الطبيعة . إلى أقصى حد ، وهذا الإيمان ككل إيمان مصادره فحسب أى شيء نصادره عليه ونفترضه افتراضاً ولا أساس له من الواقع ، إن كان ثمة بعد مجال للتحدث عن أى واقع .

## المخرج الاستردادي

يتكون التاريخ من وقائع حدثت مرة واحدة والى الأبد ، بينما يتكون العلم من حقائق قابلة دائمة لأن تعود ، وما ذلك إلا لأن التاريخ يقوم على الزمان ، وأول خاصية من خصائص الزمان عدم قابلية الإعادة *irréversibilité* لأن الصفة الرئيسية للزمان هي الاتجاه ، والاتجاه يقتضي السير قدماً دون تراجع أو تخلف أو تكرار ، ومهمة علم التاريخ أو التاريخ أن يقوم بوظيفة مضادة ل فعل التاريخ ألا وهي أن يحاول أن يسترد ما كان في الزمان ، لا ليتحقق فعلياً في مجرى الأحداث فهذا ما ليس في وسع أى كائن من كان أن يقوم به وحتى الله نفسه لا يجعل شيئاً قد كان يتكرر هو نفسه مرة أخرى كما أنه لا يجعل شيئاً كان ألا يكون قد كان . وأما مهمة التاريخ فهي أن يحاول أن يستعيد في الذهن وبطريقة عقلية صرفة ما جرت عليه أحداث التاريخ في مجرى الزمان ، محاولاً أن يتصور مجرى هذه الأحداث وذاته مجرى في اطرا دموجه . ومن حيث أن هذا لا يمكن أن يتم إلا بنوع من التجربة الحية التي يحاول المرء فيها أن يعاني في نفسه ما قد كان حسماً كان ، فإن التاريخ الحق هو ذلك الذي يستطيع أن يحيي تجارب الماضي ، كما حدثت ، في نوع من التخييل . ولكن هذا التخييل ليس تخيلاً مبتدعاً ؛ إنما يجب أن يقوم على أساس ما خلفته أحداث الماضية من آثار ، ذلك أن ما كان لا يمكن أن يستعاد بحال . إنما يمكن أن يستعاد نظرياً بنوع من التركيب ابتداء مما خلفه من وقائع يعمل الذهن فيها أحياناً والخيال المبدع أحياناً أخرى ، على أساس نوع من الوجودان هو ما يسميه

اشينجل باسم « التوسم » physiognomique ، فبهذا التوسم تكون الصورة الماضية على خير وجه متيسر . وقيمة هذا التوسم تتعلق من ناحية بقدرة المؤرخ التوسم ، ومقداره على التفاؤل وراء الآثار في اكتناف الصورة الكلية المتصلة التي تعبّر عنها هذه الظواهر المتباشرة أو الآثار المتبااعدة ، وهذه مسألة لا تتعلق بالعلم في شيء ، إنما هي نوع من المبة الطبيعية التي لا تتوافق إلا للممتازين ، فليس لنا إذن أن نبحث فيها ، ولكن هذه المبة لا تستطيع أن تأتي بنتائج صحيحة إلا بالاعتماد على الآثار المختلفة عن الأحداث التاريخية ومن هنا كان لهذه الآثار التي يسمونها باسم الوثائق documents أكبر قيمة في الدراسة التاريخية .

فالتأريخ لا يمكن أن يتم حفاظاً ، كما يقول Seignobos & Langlois في كتابهما الممتاز<sup>(١)</sup> « المدخل إلى الدراسات التاريخية » Introduction aux études historiques ، يقول لا يمكن أن يقوم التأريخ إلا على أساس من الوثائق ، وهذه الوثائق تنقسم إلى : آثار أو مخلفات خطية ، أو روايات ، أو نقوش .. إلخ وهذا يجب أن تكون الخطوة الأولى في المنهج التاريخي هي خطوة البحث عن الوثائق ، وهي ما يسميه المؤرخون الألمان باسم Heuristique من الكلمة يونانية تدل على البحث أو الوجود ، ومعنى هذه الكلمة محاولة إيجاد الوثائق الكافية أو الممكن إيجادها المتعلقة بمحادث من الأحداث التاريخية .

فعلينا أولاً أن نجمع كل ما يمكن جمعه من الوثائق المتعلقة بعصر من العصور

---

(١) راجع الآن ترجمتنا لهذا الكتاب ضمن كتابنا : « النقد التاريخي » ، القاهرة سنة ١٩٦٣ .

أيًّا كان نوع هذه الوثائق ، وأن نضمها جميعاً في مكان واحد هي بعينها أو على الأقل ما يمكن جمعه منها ثم صوراً لما لا يمكن وضعه في هذا المكان . والخطأ الأكبر الذي يقع فيه المؤرخون إنما كان ينشأ دائماً عن كونهم لاتتوافق لديهم كل الوثائق المتعلقة بالحدث موضوع الدرس . ولم ينهض التاريخ بهذه الحقيقة إلا بعد أن هيأت المكتبات والمتاحف دور المحفوظات التي تضم الأشياء المختلفة لموضوع واحد في مكان واحد ميسرة بهذا المؤرخ أن يقوم بعمله . وإذا كنا لم نستطع أن نصل حتى الآن إلى نتيجة مرضية من هذه الناحية فإن التقدم المأهول لعلم الفيزيولوجيا لم يتم في الواقع إلا بفضل المجهودات الضخمة التي بذلت في هذا السبيل في أواخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن . ولا ضير على الإنسان أن يبدأ أولاً بجمع الوثائق من أي مصدر كان وأن يضم بعضها إلى بعض دون ترتيب أو تمييز أو اختيار أو تصنيف لأن المهمة الأولى في الواقع هي جمع الوثائق من مظانها في كل مكان . حتى إذا ما اتّهت هذه الخطوة الأولى أمكن بعد للمؤرخين أن يعنوا بهذه الوثائق ويتوفروا على دراستها ليستطيعوا عن هذا الطريق أن يصلوا إلى الأحداث التاريخية التي ليست هذه الوثائق غير آثار متخلفة عنها .

فعلينا إذن كخطوة أولى أن نضم كل الوثائق المتعلقة بشيء ما — سواء أكان حديثاً تاريخياً ، أم كتاباً يراد نشره ، أو كان صيغة دبلوماسية أو عقداً من العقود وعلى وجه العموم أي شيء يراد استرداده تاريخياً ، علينا أن نجمع هذه الأشياء في مكان واحد قدر المستطاع إما هي نفسها أو صوراً منها ، مضيقين إليها إن أمكن كل المصادر غير المباشرة التي تعيننا على تحقيق صحة الوثائق المدرورة كما سيتبين بعد قليل .

وإذا تمت هذه الخطوة الأولية بدأت الخطوة الحقيقة في النهج التاريخي وهي خطوة النقد .

القسم : هذه الوثائق التي يعتمد عليها المؤرخ يجب أن تكون نقطة البدء لكي يصل في النهاية إلى الواقعية التاريخية التي تعدّ نهاية الأخيرة . ولكن بين الواقعية وبين الواقعية التاريخية المستردة طريقاً شاسعاً طويلاً يقوم كله على أساس أنواع من الاستدلال : فنها ما هو استدلال خالص ، ومنها ما هو برهان بواسطة المائة أو التمثال أو قياس النظير ، ومنها ما يقوم على الاستقراء . وهذه الخطوات المتوسطة بين نقطة البدء ونقطة الاتهاء هي الوصف الحقيقي للمنهج التاريخي . وأى خطأ في أية نقطة من هذه السلسلة الطويلة سيؤدي قطعاً إلى خطأ قد يكون فاحشاً في بعض الأحيان . فعليها إذن أن تمنع في تحديد الخطوات الموصولة من نقطة البداية إلى النهاية ، وأن نضع كل القواعد الدقيقة التي يجب اتباعها والسير بكل دقة لتنفيذها حتى لا يكون ثمة نقص في أية خطوة خططوها و حتى لا نصل إلى نتيجة خاطئة تبعاً لخطأ عرضي جزئي قمنا به في أية مرحلة .

ولو نظرنا في الوثائق لوجدناها على نوعين : النوع الأول هو الآثار أو الأشياء المصنوعة ، والنوع الثاني هو الآثار الكتابية التي قد تكون وصفاً لحادث تاريخي ، أو قد تكون رواية عيانية لهذا الحادث ، أو قد تكون مجرد جمع روايات عيانية وغير عيانية لهذا الحادث التاريخي . أما النوع الأول فيسير ، لا يؤدى كثيراً إلى الأخطاء اللهم إلا من حيث بيان صحة نسبته التاريخية ، وذلك لأنّه أثر مادي ؛ وكلّ أثر مادي يتكون مع مؤثر حقيق فعلى ، فمن اليسير إذن وفقاً لحالة الأثر أن نكشف عن حالة المؤثر . فآثار كالأهرام مثلًا والمعابد والأنبياء أو الترع أو التخطيطات للمدن المختلفة ، كل هذه الآثار من اليسير أن نحدد ما لها من صلة بمنشئها ، لأننا هنا بإزاء أشياء مادية تقريرياً ومن اليسير في مثل هذه الأحوال أن نحدد الصلة الوثيقة بين الأمر المادي والمؤثر الفاعل .

أما في حالة النوع الثاني من الوثائق ، فالامر عسير كل العسر لأنّه عبارة .

عن الآثار المتخلفة في نفسية إنسان عن حادث من الأحداث ، والإنسان بطبيعة حر متغير كثير التأثير ينخفض لعوامل عدّة ويتأثر بها بطرق مختلفة وعلى أنواع متعددة ، فضلاً عن أن لديه دواعي عدّة للتحريف أو التزييف أو الوقع في الخطأ أو مجرد الوهم ، ومن هنا فإننا نكون حينئذ بزاوج محاولة شاقة لاستكناه العوامل النفسية التي أثرت فيمن كتب هذه المخلفات الخطية لكي تبين الواقع التي دفعته وصمة هذه الدوافع ومقدار الصدق في نقل الحادث ، إلى آخر هذه المسائل المتعلقة بامتحان صحة الروايات . والأمر قد يكون أيسر بالنسبة إلى المخلفات الحديثة ، بينما الأمر شاق جداً فيما يتصل بالآثار القديمة أولًا لأن عوامل التغيير القاطعة أو إيمانهم الساذج بعض الأحداث دون تقدّم أو تمييز — لهذه الأسباب كلها يكون الأمر عسيراً كل العسر في تحديد صحة الوثائق المتخلفة عن العصور القديمة فعليها إذن أن تقوم بعملية امتحان قاسٍ لكل هذه الوثائق المتخلفة عن الحادث موضع الدرس وذلك بائن نسأل أولاً : هل الوثيقة صحيحة ، أى كما كانت في الأصل ؟ وإذا لم تكن كذلك فماذا عسى أن يكون النص الصحيح ؟ ثم نتحقق المصدر الذي تنسب إليه الوثيقة ، وهذا ما يكون التقدّم الخارجي critique d'érudition أو قد التحصل critique externe critique philologique

وعلينا بعدها خطوة ثانية أن نسأل أولاً : مامعنى هذا النص ؟ ثالثاً : هل آمن به صاحبه ؟ ثالثاً : هل كان محقّاً في إيمانه به ؟ وهذه المسائل الثلاث هي التي تكون ما يعرف باسم التقدّم الباطن critique interne . وبواسطة هذين النهجين نستطيع أن نصل أولاً إلى تحديد دقيق لصحة الوثيقة التاريخية وهذا يتم

بفضل النقد الخارجي ؟ وثانياً إلى فهم معنى الوثيقة — وهذا ما يقوم به النقد الباطن ، ولهذا انقسم النقد التاريخي إلى قسمين ضخمين : النقد الخارجي والنقد الباطن . فلندرس كلاً على حدة بالتفصيل :

### ١ — النقد الخارجي :

يجب أن نلاحظ أولاً : أن مهمة المؤرخ كأشق ما تكون المهمة . وذلك لأن الوثائق التي لديه ليست كالمواد الطبيعية التي يجرب فيها الفزيائي أو الكيميائي لأن هذه الوثائق ليست هي الأحداث الواقعة وإنما هي تقريرات وأوصاف عنها وروایات مفصلة بها ، وما مثل المؤرخ في هذه الحالة إلا كمثل الكيميائي الذي لا يعاين التجارب بل يكتفى بدراسة التقريرات التي يقدمها له المخبر في العمل ، بل الأمر أسرع بكثير ، لأن في وسع الكيميائي أذ يعاين بنفسه هذه الظواهر الكيميائية بإعادة التجارب من جديد والتحقق من صحة تقريرات المخبر ، أما المؤرخ فيليست له حتى هذه الوسيلة : فما كان قد كان ولا سبيل إلى إعادةه ، ولهذا كانت مهمته محفوظة بكثير من المصاعب ، مما سيتبين من دراستنا لكل جزء من جزأى النقد التاريخي .

أما النقد الخارجي فينقسم قسمين : أولاً : نقد الاستعادة أو نقد التصحيح ، وثانياً : نقد المصدر .

### ١ — نقد الاستعادة critique de restitution

يقوم هذا النقد على أساس التتحقق من صحة الوثائق التي لدينا عن الحادث ، فلعلنا أن نعرف : هل الوثيقة صحيحة ؟ أي أنها هي الوثيقة الحقيقة التي كتبها صاحبها . فكثيراً ما يدخل في الوثائق كثير من الحشو وقد يضاف إليها كثير من الإضافات الزائدة المقصود بها الإكال ، وأحياناً يكون النص محرقاً في بعض

أجزائه ، وأحياناً رابعة يكون النص مزيقاً تماماً . وهذا التعريف ينطبق إما بالوُثائق ذات القيمة أو بالوثائق الضئيلة القيمة ، وعلى كل حال فهذا مسألة تتعلق بالأخرى بالقسم الثاني من النقد الخارجى أى ذلك المتعلق بنقد المصدر . ولدينا فيما يتصل بالوثائق أحوال ثلاثة رئيسية : الأولى منها أن تكون لدينا نسخة بخط المؤلف من الوثيقة موضوع البحث ، فحينئذ يكون الأمر بسراً وما علينا في هذه الحالة إلا أن ننسخ هذه الوثيقة كاً هي في الأصل تماماً دون أن نزيد فيها حرفًا أو ننقص منها شيئاً ، حتى لو كانت مليئة بالأخطاء . فهمنا في هذه الحالة مهمة فوتوغرافية — إن صبح هذا التعبير — لأن المطلوب هو تقديم وثيقة المؤلف الأصلية بالضبط كما كتبها . والحالة الثانية أشد عسرًا وهي ألا تكون الوثيقة مخطوطة بخط المؤلف بل نسخة وحيدة . وهذه النسخة الوحيدة قد تكون أحياناً كثيرة مليئة بالأخطاء . وهذه الأخطاء إما أن تكون أخطاء في الحكم أو أخطاء عرضية . أما الأخطاء في الحكم فتتعلق إما بالجهل من جانب الناشر أو بمحاولة إصلاح النص حسب فهمه الضيق فيسىء إلى النص من حيث أراد أن يصلحه . ونحن نجد الكثير جداً من هذه الأخطاء التي تحدث عن جهل الناشر وعدم فهمه للإصل تماماً خصوصاً في المخطوطات العربية . أما الأخطاء العرضية فتتشاءم الناشر إما بنسیان بعض الألفاظ أو بتشتت انتباذه أثناء النسخ أو أخطائه إثناء الإملاء أو من مجرد الأخطاء التي يرتكبها خطياً ما يسمونه الأخطاء القلمية *lapsus calami* . وهذه الأخطاء المتعلقة بالتحريف في النص يمكن إصلاحها بوجه عام عن طريق استقصاء القاطع وهو ما يسمونه *dittographie* أو ذكر مقطع من المقطع المتكررة دون المقطع الأخرى وهو ما يسمونه *haplographie* والأخطاء في علامات الترقيم ... الخ .

و هذه الظاهرة المتصلة بالأخطاء الكتابية تبدو في أحد صورها في الكتابة العربية خصوصاً وأنها عانت الكثير من التطورات في البدء كانت الحروف تكتب من غير خط ولا إيماءات ، فضلاً عن أن الشكل لم يكن قد وجد بعد وهذا أظهر ما يكون في اختلاف القراءات بين المصحف المختلفة وبين القراء المختلفين ، كما يظهر في النصوص التي اختلف عليها أكثر اختلف سواء النصوص الأدبية ونصوص الحديث بأواعها ، ولكن يصلح النص إصلاحاً حقيقياً يجب على من يتصدى لهذا العمل أولاً أن يكون محيطاً باللغة التي كتب بها النص ، ثانياً أن يكون عالماً بالخطوط التي كتبت بها النصوص التي يشتمل فيها ، وبكل الخطوط التي مرت بلغة من اللغات إذا كان يتناول عصراً متطاولة ، ويجب ثالثاً أن يكون على علم بالأخطاء الشائعة الخاصة بكتابه لغة من اللغات مما يرد عادة لدى النسخ في أحوال كثيرة تبلغ درجة أن تكون هذه الأخطاء أخطاء عامة .

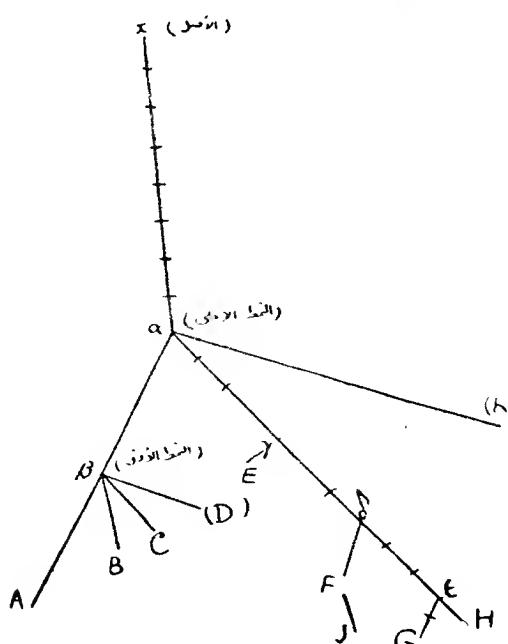
ويتبين من أجل ذلك وضع معجم أبجدي منهجي للأخطاء الشائعة الخاصة بكتابه لغة من اللغات ، وهذه عملية من أهم العمليات التي تساعد الناشرين على تحقيق النصوص وإصلاحها . ومن هنا عنى بها الفيلولوجيون منذ عهد بعيد وخصوصاً أولئك الذين اهتموا بالدراسات اليونانية واللاتينية . لهذا قام كثير من الباحثين بوضع معاجم مفصلة أبجدية للأخطاء الشائعة بين النسخ وطريقة إصلاحها ، ومن أهم المعاجم في هذا الصدد معجم *Adversaria critica* تأليف مادفيج *Madvig* فيما يتصل باليونانية واللاتينية معاً ، ثم معجم *Bast* : *Commentatio paleographica* ثم *Gradus ad criticem* تأليف هاجن *Hagen* بالنسبة إلى اللغة اللاتينية أيضاً . فبواسطة هذه المعاجم التي يجب أن توجد نظائر لها في العربية بعد قيام حركة النشر المأهولة التي قام بها المستشرقون في أواخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن ،

تفيد فائدة جل ، والتصحيحات التي نستطيع أن قوم بها بواسطتها كثيرة لا تمحى ، ومن الأمثلة المشهورة على هذا تصحيح *Madvig* لنص *سنيكا* *Philosophia unde dicta sit, appareat; ipso enim nomine fatetur, quidam et sapientiam ita quidem finierunt.*"

وقد كانت الكتابة باللاتينية بدون علامات ترقيم ، فكانت الحروف توضع إلى جوار بعضها البعض دون تمييز بفواصل بين الكلمات فيكون حرف تلو حرف تلو حرف إلى النهاية ، وقطع الحروف إلى كلمات يتم عن طريق القاريء لا في النص المكتوب ، فلم يكن يوجد بالأولى لاشولة ولا شولة وقطة ... إلى آخر علامات الترقيم . فرغم هذا النص أولا على هذا التححو ولكن تبين له أن القسم الثاني لم يكن له أي معنى ، فرأى مدحنج أنه لا بد أن يكون هنا خطأ في قطع الكلمات ، قطع القسم الأخير هكذا *quind amet sapientiam. etc:* وبهذا تم إصلاح نص *سنيكا* وأصبح مفهوماً .

ومن الأمثلة على هذا ما يرد كثيراً في بعض الترجمات العربية عن اليونانية ومثاله ما ورد في توقيع مخطوطة بيروت الخاصة بترجمة محمد بن عبد الله بن المقفع لكتاب أرسطو المنطقية الأولى فقد ورد التوقيع التالي : «*تم* كتاب أولاً طيقاً وليس بعده من هذه الكتب إلا كتاب أفود الطبيعي ولم يمتنعا من استقرائه إلا ما قدمنا ...» فقد ظن فورلاني Giuseppe Furlani أن الكلمة أفود لا بد أن تكون «*سم*» أو ما يشبهها ، ولكن هذا ظاهر الخطأ كما بين ذلك كراوس فلا معنى للكلام عن كتاب الطبيعيات وهو بصدق كتاب في المنطق ، وثانياً لا يمكن إصلاح النص من رسم الكتابة بهذه الطريقة ، وإنما يجب كما فعل كراوس ألا يعد هذا الكلام كليتين ، بل كليمة واحدة وهي أفود يقطيقي ( = البرهان ) والأمثلة على هذا كثيرة لا حصر لها في الخطوات العربية .

الحالة الثالثة : وإذا كان لدينا أكثر من خطوط فإن عملياً سيكون من ناحية ميسراً ومن ناحية أخرى أطول ، فعلينا أولاً أن ننظر في هذه الخطوطات كي نتبين ما ينتمي إليها إلى أصل واحد ، فنعد مجموعة الخطوطات التي تنتمي إلى أصل واحد وكأنها لا قيمة لها إلا كخطوط واحد . ونستطيع أن نتبين ذلك من وجود نفس الأخطاء في نفس الموضع ، حينئذ نعرف بالدقة أنه لا بد أن تكون هذه الخطوطات قد كتبت بعضها عن بعض ، فنعدوها فرعاً واحداً ينتمي إلى الأصل وإما إلى خطوطه كتبت عن الأصل ، ونستمر في تصنيف الخطوطات الموجودة على هذا الأساس حتى نستطيع أن نحدد وجود جميع مستقلة ليست مأخوذة بعضها عن بعض وإنما أخذت من مصادر مختلفة . وبعد هذا نضم شجرة النسب لهذه الخطوطات مبتدئين من الأصل في صورة كهذا :



وكلا بعدها عن المؤلف كثرت أحياناً الخطوطات الفرعية ، وتعددت وبالتالي الخطوطات المتوسطة ، فنستطيع أن نعد خطوطه المؤلف هي الأصل ،

والأصول المستقلة المكونة للأسر المختلفة تعد مخطوطة من الدرجة الأولى ثم يتفرع عن كل مخطوطة من الدرجة الأولى مخطوطات فرعية حددناها كما قلنا عن طريق الاتفاق في الأخطاء فيما بينها ، وقد تعدد هذه المخطوطات المأخوذة عن مخطوطات الدرجة الأولى إلى غير نهاية .

ويجب ألا نعد قدم المخطوطة هو العامل الفاصل في صحتها ، فقد تكون هناك مخطوطة ذات تاريخ حديث ولتكن مثلاً سنة ١٩٢٠ ولكنها مأخوذة مباشرة عن مخطوطة من الدرجة الأولى فهذه تفضل بكثير جداً مخطوطة كتبت سنة ١٨٣٠ مثلاً لو أن هذه أخذت لا عن مخطوطة من الدرجة الأولى بل عن مخطوطة فرعية عن مخطوطة الدرجة الأولى ، وبالأحرى والأولى عن آية مخطوطة تزداد بعداً عن مخطوطة الدرجة الأولى . فالعبرة إذن لا بتاريخ المخطوطة وإنما بعدد الوسائل الموجودة بين هذه المخطوطة وبين المخطوطة المكتوبة بخط المؤلف .

وبعد وضع شجرة النسب هذه بين المخطوطات ننظر في القراءات المختلفة التي تقدمها المخطوطات المستقلة ، وهنا يجدونا في تفضيل قراءة على قراءة أولاً القرب من الأصل . فأقرب المخطوطات إلى الأصل ، وهو أقلها في الوسائل ، تكون هي الأصح على الرغم مما يحدث أحياناً من أن تكون القراءة التي بها أقل وضوحاً من القراءة الموجودة في مخطوطة أخرى . وثانياً إذا تساوت المخطوطات تقريرياً في الدرجة وكانت مستقلة ، فضلنا القراءة الأعم أي حددنا القراءة التي نختارها وفقاً للأغلبية . وإذا لم نستطع هذا ولا ذاك ، بأن ظل النص مع هذا مضطرباً ، فإن علينا أن ننظر في المسألة وكانتا ليس لدينا إلا مخطوطة واحدة ، أي وكانتا في الحالة الثانية . وحينئذ نقوم بالإصلاح على أساس القواعد والإشارات التي ذكرناها بالنسبة إلى الحالة الثانية ، مع وجود يسرى في هذه الحالة أكثراً منه في الحالة الثانية ، لأن القراءات المختلفة قد تؤدي إلى تسييل تخيين القراءة الصحيحة . وعن طريق هذا كله نستطيع أن نصل إلى صورة أقرب ماتكون إلى النص الأصلي .

ولكن هذا العمل عمل ساي خالص ، فقد قدمنا النص كا هو أو كما يرجح أن مؤلفه كتبه ، وعلينا بعد هذا أن نقوم بعمل أكثر إيجابية ، وهو أن نتبين مصدر الوثيقة موضوع الدرس ، وهذا ما يقوم به القسم الثاني من النقد الخارجى وهو نقد المصدر . ويجب أن نلاحظ أخيراً أن تصحيح النص له خطر ضخم ، فكثير من الأخطاء ، سواء من الناحية التاريخية والمذهبية ، لم يكن له من مصدر إلا خطأ في النسخ . وكثيراً ما أثارت هذه الأخطاء في النسخ أو عدم إمكان القراءة الصحيحة للفظ — ملا حصر له من المشاكل . ولعل من أبرز هذه المسائل في الفاسفة الإسلامية مشكلة قراءة « فلسفة مشرقية » وعليها يتوقف حل مسألة خطيرة هي مسألة قيام فلسفة إسلامية أصلية أو عدم قيامتها .

ففقد الإستعادة لا يؤدى إذن إلا إلى استخراج النص كا هو في أصله دون أن يضيف إليه شيئاً ، مزيلًا كل القراءات الفاسدة وكل التصحيفات التي سببها النص ، وكل القراءات التي يمكن أن تكون دخيلاً أو معدلاً . فهو إذن لا يضيف شيئاً جديداً مطلقاً إلى النص .

٢ — نقد المصدر : وليس في وسعنا أن ننشد حجة قول ما لدى إنسان لم تكن له صلة بالحدث أو الواقعة التاريخية ، ولا يمكن أن تلتقي الأخبار اعتباطاً من حيث أنها أخبار دون أن تشير إلى المصدر الذي صدرت عنه ، ولهذا فلا يمكن أن تكون لدينا الوثائق صحيحة وكا كتبها واضعها ، وإنما يجب أن يضاف إلى هذا أن نعرف أولاً : ما مصدر الوثيقة ؟ ثانياً : من مؤلفها ؟ ثالثاً : ما تاريخها ؟ ذلك أن الوثائق تختلف في قيمتها اختلافاً شاسعاً من حيث صحة نسبتها إلى واضعها الأصيل أو إلى من ذكر اسمه كوناضع لها ، فنحن نجد كثيراً من الوثائق أو المؤلفات تذكر لنا بصرامة وبكل توكيد وقطع أن مؤلف هذه الوثيقة أو تلك هو فلان أو فلان من الناس . ولكن يجب ألا نثق مطلقاً

في أي توكيد مهما كان من قوته ، فكثير من الوثائق قد ذريف لعدة اعتبارات ذكرها باست *Bast* J. بالتفصيل منها مثلاً أن يكون الأثر ضئيل القيمة فيمehr بختم فلان من الناس المشهورين لكن ترتفع قيمته ؟ أو قد يكون الأثر عظيم القيمة فيضاف إلى إنسان من أجل تعجيد هذا الإنسان مع أن الأثرا لا يناسب إليه ، وقد يكون قصد صاحب الانتاج أن يبين مذهبًا مميناً ، فيضطر إلى أن يكتب كتاباً يبين فيه قوة هذا الذهب أو كيف أن شخصية عظمى هي التي كتبته أو أتاحتها ، ومن أجل هذا يزيف كتاباً أو أثراً بأكمله ويعزوه إلى هذه الشخصية العظيمة . فثلاً نجد كثيراً من الكتب التافهة قد نسبت إلى أفلاطون مع أنه ليس مؤلفها ، وذلك لكي ترتفع قيمتها . كما أن ثمة مؤلفات جليلة قد نسبت إلى أفراد إما مغمورين أو مشهورين بدون حق . وأخيراً نجد حالة مثل حالة كتاب « نهج البلاغة » الذي يمثل النوع الثالث وهو المتعلق بالدفاع عن مذهب من المذاهب فيعزى إلى شخصية عظيمة ، تعتبر مؤسسه ، أثر يتبين فيه أن هذه الشخصية العظيمة قد ذهبت حقاً إلى ما تذهب إليه هذه النحلة من رأى . فكتاب « نهج البلاغة » قد قصد به من ناحية إلى تعجيد شخصية الإمام على من حيث رفعة منزلته في البلاغة والكلام والتفكير الديني بوجه عام ، ومن ناحية أخرى قد قصد به إلى بيان أن المذاهب التي تقول بها الشيعة هي حقاً تلك التي نادى بها الإمام على .

وتميز المتاحف وال الصحيح من المؤلفات عسير كل العسر بالنسبة إلى الأقدمين وأيسر نسبياً بالنسبة إلى الحديثين ، لأن الحديثين قد اعتادوا أن يكتبوا أسماءهم على مؤلفاتهم أو يمهدوا لوحاتهم بتوقيعاتهم أو بتعليقات تدل عليهم . وأما الأقدمون فلما أنهم كانوا لا يعنون بذلك ، وإنما أن الموضع الذي تهر فيها هذه التوقيعات قد درست وزالت ، أو لعدة أسباب أخرى . ومن هنا كان على المؤرخ ، خصوصاً الباحث في العصور القديمة ، أن يكون دقيقاً كل المدققة في

النظر إلى النصوص وأن يبتدئ من هذه المقدمة وهي أن يفترض مقدماً أن كل الوثائق مزيفة . وعليه بعد ذلك ألا يأخذ بالوثيقة إلا إذا ثبتت لديه صحتها ، وسيكون حاله حينئذ حال من لا يعرف شيئاً عن المؤلف ، وكأنه لا توجد في الوثيقة إشارة إلى مؤلفها وعليه أن يبدأ من جديد كمن يعرف من عسى أن يكون هذا المؤلف . والقواعد لهذا تشير على النحو التالي :

(١) أولاً : يجب أن تقوم بما يسمى التحليل الباطن *analyse interne* ومعناه أولاً أن ننظر في الوثيقة من حيث الخط الذي كتبت به . فانخطوطات تختلف فيما بين الصور بعضها وبعض . فإذا وجدنا وثيقة من القرن الأول أو الثاني للإسلام مكتوبة بخط فارسي أو نسخى عادي ، فيجب أن تعدد قطعاً منحولة ؛ وإذا وجدنا وثيقة في القرن الرابع مكتوبة بخط كوفي قديم قد خلا من النقط والإعجمان فليس من شيك أو على الأقل فن المرجح جداً أن تكون منحولة .

ثانياً : علينا أن ننظر في اللغة التي كتبت بها ، وبعض الصور اللغوية وألوان من الخصائص النحوية ، وأنواع من العبارات والمحازات ومحنيات التعبير لا توجد إلا في عصر دون عصر آخر . فبعض الخصائص اللغوية تميز عصرًا من عصر ، وبالتالي نستطيع بواسطتها أن نحدد عصر الوثيقة التي كتبت بهذه اللغة . فمثلاً يمكن أن نستخدم هذا النهج خصوصاً في نقد الشعر الجاهلي على الرغم مما به من خطأ ، ونقول إن فيه خطأً هائلاً أولاً : لأن المقياس الذي يتخذ عادة في هذه الحالة هو الجزلة وحوشية اللفظ باعتبار أن هذا هو الذي يتناسب مع الجاهلية ، خصوصاً وأن هذه الكلمة : «جاهلية» توحى بهذا المنى لدى هؤلاء المؤرخين السطحيين ، فيظن أن كل آثر شعرى يقسم بالرقى ونراحتة اللفظ وسهولة التعبير لا بد أن يكون منتحلاً . ولكن هذا النهج خطأ كل الخطورة أولاً لأنه ليس ب صحيح مطلقاً أن الشعر الجاهلي كان كله جزلاً ، وإنما اختلفت طبيعة الشعر جزالة ورقه باختلاف يناث الشعراء ، فشعر عدی بن زید وشعر عبيد بن الأبرص يقسم

برقة لا نكاد نظر بها حتى في العصر العباسي في بعض الأحيان ، فلا يدل هذا مطلقاً على أنها منحولة . وعلى العكس من ذلك نجد في العصر الأموي ، بل حتى في عصرنا الحاضر ، شعراً يمتاز بالجزالة التامة مثل شعر ذي الرمة أو شعر الشيخ عبد المطلب . فهذه الجزالة لا تدل مطلقاً على أنها من العصر الجاهلي . إنها تمتاز بالجزالة التامة ، ولكنها لا تتناسب — كما هو واضح — إلى العصر الجاهلي .

ولكن الخطأ ليس هنا في التهجم وإنما في استخدام مقياس معين لتطبيق التهجم . إنما الذي يجب أن نعتبره في هذه الحالة هو طبيعة التراكيب الخاصة وبعض الخصائص المتعلقة باستعمال حروف الجر أو طريقة المجاز أو طريقة تركيب المسند والمسند إليه واستعمال الأفعال ، وهذه الخصائص الدقيقة الجزئية هي فعلاً التي تضمن أصابعنا على حقيقة العصر الذي كتبت فيه ، خصوصاً إذا لاحظنا من ناحية أخرى أن المتنحليين قد تنبهوا إلى هذه المسألة ، فكانوا أمكر من أن يكتشفوا اتحالهم بسهولة ، فاضطروا إلى تزييف لغة الأصل ، كما نجد مثلاً في الأشعار المتنحلي التي اختلفت خلف الأحرم وأكثر الأشعار المنسوبة إلى المذليين . لقد تفطن هؤلاء الرواة الذين رووا هذه الأشعار في استعارة لغة الأصل ، فأغربوا ما شاءوا بالإغراب ، كي يغدوا على كل أثر لاتهامهم بالاتحال . فعلينا إذن أن نكون دقيقين كل الدقة ، حذرمن كل الخدر في استخدام هذا التهجم .

وثالثاً : علينا أن ننظر في الواقع الذي ترد في الوثيقة من حيث إمكان حدوثها في الزمان المنسوبة إليه ، أو في المكان الذي تزعم الوثيقة أنها جرت فيه ، وأن ننظر فيما عسى أن تكون هناك من إشارات إلى هذه الواقع في كتب الماصرين فمن طريق معرفة هذه الإشارات نستطيع أن نتبين ، إلى حد ما ، العصر الذي تتفتسب إليه الوثيقة .

(ب) لا تكفي الاعتبارات السابقة لتحديد دقيق مؤلف الوثيقة أو الآخر

أو الكتاب ... الخ . ولهذا يمكن أن نؤكد التتابع التي نصل إليها عن طريق الخطوة السالفة ، بواسطة ما عسى أن يوجد لدى المؤلفين الآخرين ، من اقتباسات من هذه الوثيقة ، بشرط أن يكون هؤلاء المؤلفون القتبسون معاصرين أو شبه معاصرين ، وأن يذكر صراحة اسم مؤلف الوثيقة ، مما يرجح لدينا أنه إذا كان ثمة اتحال فإن هذا الاتحال لم يتم إلا متأخراً ، أو أنه لم يتم اتحال إطلاقاً . ومع هذا ، فهذا أيضاً محفوف بكثير من المزالق الخطرة ، وعلينا في هذا النهج الثاني أن نكون حذرين قدر المستطاع ، خصوصاً وأن كثيراً من المؤلفين وبخاصة الخصوم ، يلجمون إلى تزييف الأقوال ونحوها إلى أفراد لم يقولوا بها إطلاقاً . وهذا يظهر خصوصاً فيما تقوله ابن الروندى على الجاحظ من أقوال لم يقل بها مطلقاً هو وأغلبية المتنزلة ، وهو ما كشف عنه بكل وضوح الحسين بن الخطاط في كتابه «الانتصار» ، ونفت ابن الروندى بأنه قرف الجاحظ بأقوال لم يقل بها هو ، ولا توجد في كتبه .

(ج) من بين أنواع التزييف نوع خطير ، وإن كان أقل خطورة من التزييف الكامل ، وهو الحشو والإكال interpolation & continuation : أما الحشو فهو أن توج في داخل النص أقوالاً لم يقل بها المؤلف ، أو تزيد بعض الشرح أو الزيادات الدخيلة في العبارة إما للإيضاح أو لأن النص قد استغل في فهمه على الناسخ الجاهم أو القارئ غير العالم ، وهذا ظاهر خصوصاً مثلاً في كتاب «الرسالة» للشافعى ، فنجد في النسخ المتعددة أنها قد احتوت على كثير من القراءات التي كتبها نسخ جهله أو قراء أشد جهلاً ، ظنوا أن في الكلم تحريراً أو خطأ ، فاستبدلوا به غيره ، وخصوصاً أن الشافعى كان يستخدم تماير في غاية من الرصانة والجزالة ومتانة السبك ، مما يدل على عريته الأصلية في الكتابة . ولكن هؤلاء القراء أو المحسين الجهلة ، كتبوا بدلاً من بعض

الألفاظ ألقاها أخرى بدت لم أيسر ، واستبدلوا بعض التعبيرات ، أخرى غيرها أنسب لعصرهم . ومهمة الناشر الناقد أن يستخرج القراءة الصحيحة التي أملأها الشافعى على تلبيذه الربع بالنسبة إلى هذه « الرسالة » .

أما الإكال فكثير الحدوث خصوصاً عند رجال العصر الوسطى . فأكثر توارييخ الصور الوسطى المسيحية قد أكالت قرناً بعد قرن بوساطة مؤلفين لم يذكروا أسماءهم ، فاختلطت بمؤلفي الكتب الأصليين فأصبحنا في حيرة من أمر ما عسى أن ينتمي حقاً إلى المؤلف الأصلي ، وما عسى أن يكون قد أخذه مؤلفون متاخرون ، وإن كنا نستطيع إلى حد ما أن نقوم بتمييز هذه المسألة بسهولة بمحنة تاريخ حياة من ينسب إليه المؤلف صراحة ، فنـ العلوم قطعاً أن ما حدث بعد وفاته لا ينتمي إليه . كما نجد هذا مثلاً في الكتب الأدبية العربية ، وخصوصاً كتاب « المفضليات » : فهذا الكتاب قد اخلط بكتاب « الأصنعيات » ثم أضيفت إليه زيادات عده ، فأصبحنا لا ندرى ما الذى اختاره الفضل الضبي وما يجب أن ينسب اختياره إلى الأصمعى ، وما يجب أن ينسب إلى رواة آخرين . فالأصنعيات لم تنفصل عن المفضليات بل دخل بعضها في بعض ، وأصبحا كتاباً واحداً يحتوى جملة اختيارات بعضها لإبراهيم بن عبد الله ابن حسن « ثم من بعده المفضل ، ثم من بعده الأصمعى ، وهذا عمود الكتاب بني عليه ، وهو جمهورته وأكثره ، ثم من بعدهم لغيرهم من عرفاً ومن لم نعرف ، نسبت كلها للمفضل والأصمعى ، أو نسب أكثراً منها للمفضل وأقلها الأصمعى ... وهذا الاضطراب قديم جداً حتى إن بعض العلماء التقديرين لم يستطعوا أن يجزموا في بعض القصائد فينسبوها لاختيار واحد بعينه ، كما يروى أبو الفرج الأصفهانى في الأغاني ( ج ٣ ص ٨٠ ) بثأن قصيدة الخادرة ، وهي « المفضلية » رقم ٨ عن

أبى عبید معمربن المثنى... الخ» (من مقدمة أبى أحمد شاكر لكتابه «الفضليات»  
ص ١٧ ، القاهرة سنة ١٣٦١ هـ) .

فمثل هذه الإكالات لا يتيسر معرفتها بسهولة وعليها أن نحدد بالدقة أصلها.

(د) وعلينا بعد هذا كله أن نعرف المصادر التي صدرت عنها الوثائق أو التي استلهمها أو استعن بها مؤلفو الوثائق التي بين أيدينا ، فحينئذ نستطيع أن نحدد بالدقة الحادثة التاريخية من حيث مصدرها . ذلك أنه من غير الممكن أن يتفق كل الاتفاق . شاهداً حادث معين على رواية على نحو واحد بل لا بد أن يختلفا ولو شيئاً ، فإذا وجدنا أن الوثائق تتفق تماماً في الاتفاق في ما ورد في رواية ما بدقة ، فعلينا أن نحسب أنه قد حدث هنا نقل أو سرقة كما يقال في الكتب العربية . ومن اليسير علينا أن تميز أنواع التحايلات التي يلجأ إليها الناقلون لكي يغفوا على آثار اتهامهم بالنقل أو السرقة : من تغيير ضئيل في بعض التعبيرات أو تتعديل في التعبيرات ، مما يدل على جهالتهم أو عدم فهمهم للحادثة ، كما يحدث عادة بين الطلاب حينما ينقل بعضهم من بعض .

وبعد هذا كله وبعد تحديد المصادر المختلفة نستطيع أن نصل إلى بيان حقيقة المصدر الذي صدرت عنه الوثيقة .

ومن هذا كله يتبيّن أن نقد المصدر خطوة تمهيدية لا بد من القيام بها حتى نستطيع الوصول أولاً إلى النص الحقيق ، أعني ذلك الذي وضعه مؤلفه ، وثانياً لكي تتبّع المصدر الذي صدرت عنه الوثيقة . فيهاتين الخطوتين نستطيع أن نصل إلى تحديد الوثيقة من حيث الصحة ومن حيث النسبة .

ولكن يجب أن نعتبر أننا بهذا قد قمنا بعملية النقد الحقيقي . فأغلب المختصين في الدراسات الفيلولوجية يتّهمون أننا بمجرد القيام بهاتين العمليتين قد انتهينا

من تحديد النهج التاريخي ، مع أننا في الواقع قد قمنا بعملية تمييزية هي في ذاتها وسيلة خطوة أعلى منها هي النقد الحقيقي أو النقد الباطن . وهذا يجب أن تقوّم على هذا الاعتبار ، فتعد مجرد وسيلة فحسب .

وهنا يتken أن نشير هذه المسألة التي تثار عادة حول نصيب الفيلولوجي في تكوين النهج التاريخي . فقد رأينا أولاً أنه لا بد من الاعتماد على الوثائق ، والوثائق يجب أن تكون صحيحة محددة النسبة تماماً ، وتلك هي الخطوة التي يقوم بها الفيلولوجي أو العالم المحصل *érudit* ، غير أنه يجب أن يضاف إلى هذه الخطوة خطوة أخرى هي الخطوة الحقيقة ، وهي تلك التي يقوم بها العالم المؤرخ الحقيقي ، وهي أن يركب ، من الوثائق المختلفة من عصر أو حادث ، صوراً صادقة أقرب ما تكون إلى ما كانت عليه الواقع التاريخية تماماً . والخصوصة ، خصوصاً في القرن الماضي وأوائل هذا القرن — بين العلامة المحصلين والمؤرخين كانت عنيفة كل العنف ، فكل فريق يسخر من الفريق الآخر : فريق المحصلين يسخر من فريق المؤرخين باعتبار أن هذا الفريق الآخر لا يعتمد على الوثائق ، وبيني تركياته على غير عمد وبالتالي فهي تركييات أكثراً خيالية ، مع أن أي بحث تاريخي لا يقوم منذ البدء على الوثائق ولا يعتمد عليها في كل خطوة يخطوها ، هو عمل باطل . فضلاً عن أن عدم امتحان صحة الوثائق كثيراً ما أدى في أحيان كثيرة إلى تصويرات تاريخية زائفة كل الزيف ، فلو اعتربنا أرسطو مثلاً هو المؤلف الحقيقي لكتاب *أثولوجيا* ، وأقنا على هذا الأساس تصويرنا لمذهب أرسسطو ، لكان هذا المذهب مختلفاً كل الاختلاف عما كان عليه في الواقع التاريخي . فضلاً عن أن كثيراً من الأخطاء الناشئة عن التحرير والتصحيف في النص قد أدت إلى تصورات وهمية في غاية من الشناعة . ومن هنا فيجب أن يعتمد كل مركب للحقيقة التاريخية على أساس الوثائق والوثائق وحدها . وبالعكس من ذلك

نجد هؤلاء المؤرخين يسخرون من أولئك العلماء ذوى العوينات الذين قد جلّ لهم تراب الوثائق وغضّوطات ، والذين لم يستطيعوا أن يخرجوا من هذه الوثائق إلى تركيبات عامة حقيقة ، بل انحصروا في متحف هذه الوثائق ، ولم يستطيعوا إخراج تاريخ مضى ، حقيقي فيه تتركيب الواقعة التاريخية تركيباً يعتمد غالباً على ذكاء ووجдан وحاسة تاريخية لا تتوافر لدى هؤلاء المتخصصين النحصرين في عالم الوثائق . ومن هنا كان التاريخ في الواقع نوعاً من الخطابة الزائفة والتوصيرات العامة التي لم تؤد إلى تصوير حقيقي للتاريخ . فلما راعت المؤرخين من أصحاب النزعة العلمية هذه الحالة التي كان عليها البحث التاريخي ، نادوا بالاعتماد على المصادر باستمرار ، وعدم تقديم أى قول إلا إذا استند إلى وثيقة موثوقة بها . فقال رينان إن التاريخ يجب أن يقوم على مصادر باستمرار ، وألا تؤكداهية حقيقة إلا إذا اعتمدت على البحث التاريخي القائم على الوثائق ، بصرف النظر عن أية حقيقة قبلية .

وفي وسعنا بعد هذا أن نكون من التاريخ علماً وضعيّاً بعيداً عن كل التركيبات الخيالية للتاريخ التي كانت تقوم على صور إيجالية سابقة . الواقع أنه من الواجب أن يجمع بين الناحيتين : ذلك أن النهج الفيولوجي لا يمكن أن يكون مكتفياً بذاته لأنّه وسيلة وإعداد خسب ، وسيأتي وقت تصبح فيه كل الوثائق التي يمكن أن تجمع عن أيّ عصر من العصور مجموعة ميسرة منشورة يستطيع كل إنسان أن ينظر فيها ، ولكن ليس في وسع كل إنسان أن يستخدمها بالدقة أو أن يصير مؤرخاً من مجرد استيعابه لها ، ولن يكون مجرد نشرها معناه أن التاريخ الخاص بذلك العصر قد اكتشف كله أو اكتشف خطاً ، لأن الوثائق هي علامات متّاثرة وليسّت هي الحقيقة التاريخية . والتاريخ يمتاز بالاتصال ، فلكلّ يكون ثمة اتصال وتركيب واقعى لنسيج التاريخ فلا بد من القيام بعملية

أخرى هي في الواقع عملية التاريخ بالمعنى الحقيقي ، وتلك إذن هي مهمة المؤرخ بالمعنى الضيق الدقيق ، فعل المؤرخ إذن أن يجمع بين الناحيتين : الناحية الفيلولوجية التحصيلية ، والناحية التركيبية القائمة على الحالة التاريخية .

وعلى كل حال فإنه وإن لم يتيسر الجمع في شخص واحد بين هاتين الناحيتين فيجب أن نحاول ذلك قدر المستطاع ، فيكون لدينا من ناحية علماء مصلحون يتوفرون على ناحية الفيلولوجيا والتحصيل وسيكونون كالنعلة في مصنع التاريخ وليس في ذلك أى تغيير لعملهم ؛ ومن ناحية أخرى يكون لدينا مورخون يستمدون على هذه الوثائق ويركبون على أساسها التاريخ ، والعمل الأول متواضع ولكنه في الحقيقة ضروري جداً ولا غنى عنه أبداً .

ولا داعي بعد هذا للمفاضلة أو للتفاخر بين فريق وفريق . حتى إذا ما اتهينا من جمع الوثائق الصحيحة ومن معرفة أصولها ومصادرها كان علينا أن نخطو خطوة متوسطة بين هذا النقد الخارجى وبين النقد الباطن ، وتلك هي عملية جمع الوثائق لكي يتيسر بعد هذا القيام بعملية النقد الباطن . وهذه العملية شاقة ولكنها مفيدة كل الإفادة ، وإن كانت عملية ناكرة للجحيل "ingrat" . فهذه العملية يقوم بها أولاً المؤرخ بالنسبة إلى نفسه ، فليه إذن كان يدرس ناحية معينة أن يجمع كل الوثائق المتصلة بهذه الناحية . وهذا الجمع يكون على طرق عدّة ، فإما أن يضمها بعضها إلى بعض — إن تيسر له ذلك — في أصولها ، مرتبًا لها وفقاً لما يحول له ، أو ينقى وطبيعته الخاصة في العمل . ولكن أشهر انطرق هي هنا طريقة استخدام الجذادات *fiches* . وهذه طريقة يسيرة ، وذلك لأن الاعتماد على الكراسات يجعل العمل أكثر مشقة من حيث أنه لا يسمح بضم الأشياء التي من نوع واحد في منطقة واحدة . أما الجذادات فلا أنها متحركة فيمكن أن

تنقل من موضع إلى موضع ، لكن ييسر تماماً استخدامها بطريقة منتظمة .

وإلى جانب قيام المؤرخ الخاص بجمع الوثائق المتعلقة بموضع بحثه الخاص هناك أناس متخصصون في تيسير هذه العملية بالنسبة إلى الوثائق الضخمة المتصلة بعصر من العصور أو بنوع معين من الوثائق ، فهؤلاء يقومون بعمليتين : أولاً عملية جمع الوثائق كلها في مكان واحد بأن تضم جمياً فيما يسمونه باسم (المحَصَل) corpus وفيه توجد الوثائق كما هي في نصها الأصلي أو نسخ منها ولكن كما هي في الأصل تماماً ، دون إيجاز أو اختصار . وثانياً : تقوم إلى جانب هذا بوضع ما يسمونه باسم (السجل) regeste (من الكلمة اللاتينية regere أي يسجل) وفيها نكتب أسماء الوثائق الموجودة بالمحَصَل corpus معطين خلاصة شبه وافية عن محتويات الوثيقة وتاريخها ومن تسبب إليه ، إلى آخر هذه البيانات المفيدة في تحديد الوثيقة . وتنظيم المحَصَل أو السجل regeste يتم على اعتبارات أربعة : أولاً : التاريخ أي الزمان ، وثانياً : المكان ، وثالثاً : المعنون ورابعاً : الصورة أو الشكل ، وبجمع هذه القرائن الأربع ، نستطيع أن ننظم المحَصَلات أو السجلات بطريقة عقلية . فمن ناحية التاريخ نستطيع أن نرتب الوثائق من ناحية ترتيبها الزمني ، بحسب العصور . وهي ناحية المكان نجمع كل الوثائق المتصلة بكل بلد أو إقليم أو كل دولة على حدة ، وهو تقسيم جغرافي ليس بذى فائدة كبيرة في الواقع ، خصوصاً إذا أجريناه بالنسبة إلى محَصَل واحد ومن الناحية الثالثة نستطيع أن نقسم الوثائق تبعاً لموضوعاتها : فهذه الوثائق تتعلق بالإدارة ، وتلك بالسياسة ، وثالثة أخرى بالقضاء . . . الخ . ومن الناحية الرابعة نقسم الوثائق إلى منشورات وقوانين ولوائح ورقاع وعقود ومراسلات دبلوماسية . . . الخ . وبعد هذا كله نستطيع أن ننظم في داخل كل قسم هذه الوثائق : إما على أساس الترتيب الزمني إن كان ذلك متيسراً — وهو في الغالب

ليس متيسراً ، لأن أكثر الوثائق ليست بذات تاريخ محمد ، أو مجهولة التاريخ  
وإما — وهذه الطريقة هي أفيد الطرق — أن نرتتبها بطريق الترتيب الأبجدي ،  
وهذا قد يتيسر أحياناً وقد لا يتيسر إطلاقاً ، وإن كان أفيد ترتيب ، فيتيسر  
متلاً بالنسبة إلى أناشيد الكنيسة اللاتينية بأن نرتتبها وفقاً لـكلمة الابتداء ، كما  
يتيسر خصوصاً بالنسبة إلى الحديث النبوي ، بترتيب الحديث وفقاً للحرف  
الأول من كل حديث .

ومن أنواع المَحَصَّلات والسجلات المشهورة *“corpus inscriptionum”*  
*corpus inscriptionum* (أى مجموع النقوش اليونانية) *“graecarum”*  
*latinarum* (أى (مجموع النقوش اللاتينية) هذا فيما يتصل بالمحَصَّلات ، وفيما  
يتصل بالسجلات نجد *“regista imperii”* (أى (سجلات الأباطرة) أو  
*regista pontificorum romanorum* (أى (السجلات البابوية) .

## ٢ — النغم الباطن :

والخطوة الحقيقة في التهجي التاريخي هي عملية النقد الباطن ، ويقصد بهذه  
العملية بيان ما قصده صاحب الوثيقة من هذه الوثيقة ، ثم معرفة صدقه في الرواية  
سواء كان شاهد عيان أو كان ناقلاً عن غيره ، ذلك أن صاحب الوثيقة قد سر  
بجملة أدوار ، فقد ابتدأ بأن كان شاهد عيان شاهد حادثاً ثم أدركه ثم كتبه .  
وهذه الكتابة تمر بجملة أدوار : من استخدام ألفاظ ثم استخدام تعبير ، ثم طريقة  
تنظيم الوصف . وكل هذه الحلقات المتالية من العمليات يمكن أن يقع الخطأ في  
إحداها أو في الأخرى . فلينينا إذن أن نعرف بالدقة أين أخطأ ، وأين أصاب  
وهل استطاع أن يروي الحادث كما شاهده تماماً أو هل لم تكن ثمة دواع إما  
للتربيط أى الخداع المقصود أو للخداع أى الخطأ ؟ أو لعدم الدقة في روایة

الحدث لأسباب إما شخصية ، وإما خارجة عن قدرته . فابتداء من المشاهدة مارين بالتسجيل حتى نصل إلى الصيغة التي لدينا عن الوثيقة ، توجد سلسلة طوبية من العمليات التي قد يخطئ فيها صاحبها . ومهمة النقد الباطن امتحان صحة كل هذه العمليات . ولكنها عملية شاقة معقدة تحتاج إلى صبر طويل وقدرة على استعادة كل الخطوات الفعلية التي مر بها صاحب الوثيقة حتى سجل على النحو الذي وصلتنا عليه . ولكننا نستطيع أن نلخص هذه العمليات في عمليتين كبيرتين : الأولى : عملية التحليل للنص ، والنقد الابحاثي لمناه ، أي تفسيره . والخطوة الثانية أو العملية الثانية هي عملية النقد السلي للنراة وللدقة . فلتتحدث عن كل منها بالتفصيل : —

١ — العملية الأولى : النقد الابحاثي للتفسير critique positive d'inter-pré-tation هذه العملية يقصد منها إلى فهم مدلول نص الوثيقة التي نعني بدراستها فعلينا أن نحدد بالدقة ماذا قصد صاحب الوثيقة منها ، أي أن العملية التي تقوم بها هنا هي في الواقع عملية تفسير . و تقوم في البدء على عملية فهم النص كـ هو في لفته أي أنها في البدء عملية لغوية ومن هنا سميت الفيلولوجيا أحياناً في بعض اللغات باسم علم اللغة خصوصاً في الألمانية : Sprachkunde ؛ وإن كانوا مع ذلك يميزون بين Sprachkunde والـ Philologie . وهذه العملية عسيرة كل العسر ، خصوصاً إذا كانت اللغة قديمة . ذلك أن اللغات كائنات حية ، ومعانٍ الألفاظ تتغير بتغير الأزمنة والأمكنة ، والاستعمال في أحيان كثيرة يكون شخصياً حتى لو عرفاً اللغة بالدقة كـ كانت تتحدث في ذلك العصر . فعلينا إذن أن نعرف اللغة التي كتبت بها الوثيقة ، وأن نعرف ثانياً هذه اللغة كما كانت في العصر الذي كتبت فيه الوثيقة . فنلا نجد أن Grégoire de Tours قد كتب تاريخه باللغة اللاتينية ، ولكن اللغة لللاتينية الكلاسيكية تختلف اختلافاً

ييناً عن اللغة اللاتينية في العصور الوسطى فيلاحظ مثلاً أنَّ الكلمة *vel* كان معناها في اللغة اللاتينية الكلاسيكية (أو) ولكن معناها في العصور الوسطى (و). وكذلك الحال في اللغة العربية فهناك كثير من الألفاظ التي تعددت معانها باختلاف العصور بحيث يختفي المرء في استخدامها؛ ومنها أن يذكر مؤلف مثلاً أنَّ فلان التبعاً إلى حائط فيفهم من الحائط معنى الجدار بينما يكون المقصود من الحائط هو البستان. ومن هنا يقع المؤرخ في أخطاء فاحشة. والأمر كذلك في الكتب الفلسفية في الكلمة مثل (ها هنا) يعني *il y a*. فلعلنا إذن أن نعرف بالدقّة المعانى التي كانت تستخدم فيها الألفاظ في العصر الذي كتبت فيه الوثيقة. وفضلاً عن هذا فلعلنا أن نعرف الاستعمال الخاص للمؤلف، فلكل من الشخصيات الخالقة في الناحية الفكرية معجمها الخاص الذي يتميّز عن المعجم العام لعامة الناس؛ ونستطيع أن نكون هذا المعجم باستخلاص الموضع المختلفة التي استعمل فيها الكلمة الواحدة، وعلى أساسها تحدد معانى الألفاظ عنده.

فيجب علينا إذن حينما نبحث في نص وثيقة من الوثائق أن نعرف بالدقّة لغة العصر الذي كتبت فيه وأن نعرف اللغة الخاصة بالمؤلف حتى نستطيع أن نفهم الوثيقة على الوجه الأم. ثم لا يكفي هذا وحده، بل لا بد أيضاً أن نفهم الكلمات وفقاً للسياق. وهذا ما يعرف باسم قاعدة السياق *la règle du contexte* ومضمونها أنه يجب ألا نفهم عبارة أو الكلمة إلا وفقاً للسياق الذي توجد به، فكثيراً ما تختلف معانى العبارات وبالأخرى معانى الكلمات وفقاً لاختلاف الأماكن التي تستخدم فيها، وتبعاً لاختلاف الإشارات إلى كل حالة من حالات الاستعمال. ومن الخطأ البين أن تقتبس نصاً مؤلفاً قديماً، ونوجّه في نص الحديث مخاطرين بهذا أن نفسر عبارة المؤلف التديّم على نحو يتفق وأقوالنا أخرين، فإن في هذا تزريناً شيئاً فشكراً المؤلف، فضلاً عما يخر من

مقالات عديدة ، وهذا أظهر ما يكون خصوصاً في الأبحاث الدينية والأبحاث ذات الطابع الداعي ، فهنا نكتفي أحياناً ب مجرد عبارة لمؤلف قديم قد ذكرها في سياق مختلف تماماً عن السياق الذي نكتب فيه ثم نحاول أن نفسرها بطريقة أخرى تتفق مع ما نقصد إليه ، فنورد مثلاً آية قرآنية أو من أى كتاب مقدس آخر ، أو حديثاً نبوياً لتأييد أقوال حديثة لا تنت في الواقع بأية صلة إليها اللهم إلا في ظاهر اللفظ ، ومع هذا لأنجد حرجاً في أن نزعم أن الآية أو الحديث قد قصد إلى ما نقصد هنا .

كما يظهر هذا خصوصاً في المحاولات الداعية المسكينة التي يحاول بها كثير من الناس أن يشيدوا ببعد قديم أو بتراث حضاري معين ، فيحاولوا أن يقتبسوا عبارات واردة في كتب قديمة فلسفية أو دينية أو علمية وفقاً للبحث ، زاعمين أن هذه العبارة تتفق مع ما يقول به هذا الفيالسوف المعاصر أو المحدث أو هذا الاقتصادي أو هذا المذهب السياسي .. إلخ وفي هذا في الواقع خيانة علمية إلى أقصى درجة ، وعليينا أن نتجنبها دائماً ، وألا نفسر النص إلا وفقاً للموضع الذي وجد به ، وألا نحاول أن نتقول عليه مالا يمكن أن يكون قد فكر صاحبه في القول به ، فضلاً عن أن يكون قد قصد إليه عن قرب .

بهذا إذن نستطيع أن نحدد ما يسمى باسم المعنى الحرف أى المعنى يمحسب ظاهر النص . غير أن هذا لا يدل بعد على أن هذا هو مaitم في كل الأحوال ، فكثيراً ما يكون ظاهر النص غير معتبر حقاً عارضي إليه المؤلف بالفعل . والدواعي إلى هذا عديدة ، فأحياناً يكون المؤلف قد عبر عن قول من الأقوال من باب السخرية منه والتهمم عليه ، أو قاله من باب المزدلاً من باب الجد ، أو حاول به التعمية عن قصد وصرف النظر السطحي عما يقصد إليه في الواقع أو محاولة الإيهام

لأسباب باطنية أو أسباب عملية أو أسباب خارجية تتصل بالظروف التي وجد بها . وفضلاً عن هذا كله فقد يدعو التحسين النظري إلى كثير من الاستعمالات المجازية التي لا تعطي ظاهر المعنى بوضوح : كاستخدام التشبيهات والاستعارات وأنواع المبالغات والمحاذات والكنايات مما يؤدى في أحياناً كثيرة إلى أن يتبدى من ظاهر النص غير ما يقصد إليه المؤلف بالفعل . ولهذا يجب علينا ألا نأخذ النصوص بظاهرها ، وذلك أن نظر أولاً في النص ، فإذا وجدناه عامضاً أو غير محدود أو يختلف مع ما نعرفه من أقوال أخرى للمؤلف ، أو توجد به تلميحات وإشارات تتبدى أحياناً في شيء من الوضوح ، غالباً في اختفاء وإيماء ، فإن علينا أن نعتبر أن النص هنا يجب ألا يؤخذ بمحروقه بل علينا أن نفترض معنى خفياً ، قصد إليه المؤلف واضطرب إلى إخفائه لأسباب عده هي التي ذكرناها . ولهذه الطريقة فائدة كبرى في استغراج كثير من معانى الرموز وتفسير بعض الإشارات الغامضة ، ومن أشهر ما حدث في هذا الباب تفسير الوحش الذكور في « رؤيا يوحنا » صاحب الرؤيا بأنه نيرون . كما نجد مثلاً أن المحدثين وأصحاب البدع في الحضارة الإسلامية مثلاً يستخدمون ألفاظاً مثل الدنيا — الدهر — الزمان ويقصدون منها في الواقع « الله » ، ولكن لأنهم يريدون أن يصيروا عليها كل اللعنات ويعزوا إليها أسباب المصائب ، فإنهم لا يستطيعون قطعاً أن ينسبوها إلى الله ، فيُلْبِسُون عن قصد بمثل هذه الألفاظ التي يجب أن تعد مبة عن قصدهم الحقيقى ، وهذا هو ما نبه إليه في الحديث المشهور : لا تسبوا الدهر ، فإن الله هو الدهر . وعلى الرغم من هذا التحذير فقد استمر هؤلاء في سب الدهر .

وبهذا إذن نستطيع أن نحدد المعنى الذي قصد إليه المؤلف تماماً أو على أتم وجه متيسر . وبذا يتنهى دور النقد الباطن الإيجابي للتفسير ، ويبدأ بعد هذا الدور الثاني من أدوار النقد الباطن ، وهو الدور السلبي للنراةة والمدقة .

## ٣ — النقد الباطن السلي للنراةة والدقة

### *Critique interne négative de sincérité et d'exactitude*

لا يكفي القيام بعملية النقد الباطن الإيجابي للتفسير ، لأنه إذا أمكن أن نعرف بالدقة ماذا قصد إليه المؤلف حقاً من الوثيقة المكتوبة ، فإن هذا لا يدلنا بعد على قيمة هذه الوثيقة من حيث دلائلها على الحادث الذي تتحدث عنه . فكل ما يقدمه لنا النقد الإيجابي للتفسير هو مقصد المؤلف فحسب . أما كيف شاهد الحادث وهل أصحاب في مشاهدته أم لا ، وهل قصد إلى الكذب أم لم يقصد ، وإلى أي مدى ثق بهذه الوثيقة ، وإلى أي حد هي تعبير عن الواقعة — كل هذه مسائل لا بد أن تقوم بها عملية ثانية للنقد الباطن هي عملية النقد الباطن للنراةة والدقة . فعلينا أن نبحث في صحة مشاهدة مؤلف الوثيقة للحادث ، وهل أصحاب في وصفه له ، وهل لم يختلط في بعض الجزئيات ، وهل لم يكن مخدوعاً عن بعض ما شاهده وهل لم تكن تخدعه دوافع أجنبية من شأنها أن تشوّه تصويره للحادث ، وفي كلة واحدة : إلى أي حد تدق برواية صاحب الوثيقة ؟

والمؤرخون قد اعتادوا هنا قدّيماً — إلى ما قبل النهيج العلمي للتاريخ — أن يسألوا أنفسهم بعض الأسئلة المتعلقة بالمؤلف من حيث قيمته في الرواية والأسباب الداعية إلى الوثوق به ، وهل كان أميناً حقاً في التقل أو في القص أو في الوصف . فكان منهجهم هنا شكلياً إلى حد ما ، ولكنه كان أفضل بكثيراً من النهج العامي المبتذر الذي يأخذ الوثائق كما هي دون أدنى تح بصير ولا بحث . ومن هنا كانوا يزعمون أنهم أسمى بكثير من المؤرخين أو القصاصين الذين يروون الأحداث كما أتت بها الوثائق أو كما تناقلها الناس على هيئة حكايات وأساطير . ففقاً هذه مرتبة دنيا للبحث ، إن صر أن تسمى بعد باسم البحث ، لأنها مخالفة لشكل منهج ، ذلك أن أسباب الشك في صحة وأمانة الروايات تكاد

تختلط كل حسر ، ولا يمكن مطلقاً أن تدق بأية رواية من مجرد أنها رواية ، بل لا بد لنا دائماً أن نبدأ بالشك في صحة أية رواية . غير أن هذه النظرة النقدية بعض الشيء لم تبلغ بعد مرتبة المنهج العلمي الصحيح؛ ذلك أن هذه هي المرتبة التي نسير على مبدأ الشك المنهجي فتعتبر ابتداءً أن كل الوثائق مزيفة ، وعلى المؤرخ أن يبدأ بإثبات صحتها ، وأن يفترض انتفاء في كل راوٍ دوهي أي حادث ، وعليه بعد أن يتحقق من أمانته . فالالأصل أن كل صاحب وثيقة متهم باللختانة والتزيف والخطاً وعدم النزاهة ، ويمكننا أن نبدأ بحثنا إما بتأييد هذا الحكم السابق ، أو بإثبات براءته . وبهذا الشك الحاسم المتناول لكل شيء ، نستطيع أن نقيم فعلاً منهجاً علمياً لدراسة التاريخ . وهنا يجب أن نتبع قاعدتين :

(أ) القاعدة الأولى هي أنه يجب ألا تدق في رواية لمجرد أن صاحبها شاهد عيان . فشهادة العيان ليست بصحيفة دائماً لأن صاحبها قد يختلط - كاسرى بعد قليل ، وقد يكون عرضة لكثير من الأوهام . حقاً إن شهادة العيان أسي بكتير - ابتداءً أو نظرياً - من شهادة غير المباشر ، ولكن يجب ألا تؤخذ كأنها رواية صادقة من مجرد كونها رواية عيان .

(ب) يجب ألا تأخذ الوثيقة ككل ، بل علينا أن نخللها إلى آخر ما يمكن أن تتحلل إليه من أجزاء وأن نبحث في قيمة كل جزء من هذه الأجزاء وصحة دلالته على الواقع الوارد بها .

والبحث بعد هذا يتشعب إلى شعبتين : أولاً : شعبة تتعلق بالأخبار الآتية من شهادة عيان ، أو المشاهدة المباشرة - وثانياً الأخبار الواردة بطريق غير مباشر .

### ١ - روايات شهادة العيان أو الروايات المباشرة :

قلنا إن الروايات المباشرة لا تدلنا حقاً من مجرد كونها مباشرة على صحة

الوثيقة ، لا علينا أن ننظر في لأحوال التي وضعت فيها الوثيقة ، والظروف التي أحاطت بالمؤلف ، سواء كانت هذه الظروف والأحوال خارجية عامة ، أم كانت ظروفًا شخصية متصلة بالمؤلف نفسه . فعلينا بادىء ذي بدء أن نبحث في الأحوال الدمنة للوثيقة التي نحن بصدده دراستها ، فنجمع أوفر قسط من المعلومات عن المؤلف وعن أماته وعن ثقة الناس به وعن العصر الذي كتب فيه وعن الوثائق الشاهدة التي روت نفس الحادث ، وعن الوقت الذي وجد به . حتى إذا ما استطعنا أن نجمع كل هذه المعلومات كان علينا خطوة ثانية — هي خطوة البحث في أماته — أن نضع لأنفسنا طائفة من الأسئلة الموضوعة سابقاً تقريرياً ، لأنها أسئلة عامة وإن كانت تنطبق في الواقع على كل حالة فردية مع بعض التعديل بما يوافق الحالة الخاصة . وهذه الأسئلة تدور حول بابين : الباب الأول هو باب النزاهة ، والثاني باب الدقة .

فالنزاهة تتعلق بأمانة المؤلف في رواية الحادث أو نقله ، وتدور كل الأسئلة في هذه الحالة حول إسكان أن يكون المؤلف قد كذب في روايته أو نقله . والأسباب الداعية إلى الكذب عديدة : أشهرها أولاً أن يكون المؤلف قد قصد إلى التزييف حاجة عملية كأن يستفيد مادياً من هذا التزييف ، أو أن يكون ملحقاً بخاشية منك أو أمير فيضطر إلى تزييف الأخبار والوثائق لصالح الأمير الذي يوجد في بطانته ، وهو أظهر ما يكون في التواريخ التي تكتب إبان الحلات ، مثل أخبار فرواسار *Froissart* . ثانياً أن يكون المؤلف قد وجد في وضع اضطرره إلى هذا التزييف . ثالثاً أن يكون المؤلف مدفوعاً بدافع البعض ، والكراءة لجماعة من الجماعات : دينية أو وطنية أو اجتماعية ، أو بدافع الاختلاف في الرأي مع مبدأ من المبادئ ، أو حزب من الأحزاب ، فيميل دائمًا في هذه الحالة إلى تمجيد مبادئه هو أو مبادئ حزبه أو مبادئ الشيعة التي ينتمي إليها ، والحط من قيمة المخصوص

وتزييف أقوالهم والتقول عليهم بأشياء لم يقولوها بطلقاً، وإنما قصد بها كذلك  
التشهير بهم ، فيزيف عليهم أقوالاً لم يقولوها ، ويدخل في هذا أحياناً بعض  
الإذادات التي تفرض على بعض المذهب . رايماً : أن يكون المؤلف قد قصد  
— لغاية شخصية معينة — أن يضع من قدر شخص من الأشخاص أو حادثة من  
الحوادث فيميل إلى الكذب في الرواية ؛ ولهذا لا يمكن أن يقال إنه نزيه  
في روايته .

أما الدقة فتنصل بالخداع ، أو الخطأ . ومنها أن يكون صاحب الوثيقة  
فريسة لوه من الأوهام فيظن أنه رأى الحادث على هذا النحو ويفوز كد هذا مع  
أن الحادث كان على نحو آخر ، ولكن حالت دون رؤيته على النحو الصحيح  
موانع ، أشهرها : أولاً : أن يكون الشخص في وضع يشاهد فيه الحادث فعلاً  
وبعيانه ويباشره دون أن يكون ثمة مانع قسرى ، ولكنه لا يراه على حقيقته  
لوجود مانع سابقة في ذهنه . وهذا يشاهد كثيراً في الروايات العيانية عن حادث  
واحد ، فعن نرى أنه لو شاهد عشرون شخصاً حادثاً من الأحداث ، ولكن  
سياسياً ، لرووه بروايات متعددة ، تكاد أن تتناقض في أكثر الأحيان ، وذلك  
وفقاً لطبيعة الملاحظ من حيث تأثيره بالحادث ومن حيث المانع السابقة  
الموجودة في ذهنه ، وبالجملة وفقاً للمعاذلة الشخصية التي عنده بالنسبة إلى هذا  
الحادث .

ثانياً : أن يضطر الرواوى إلى رواية الحادث على نحو معين خاص لا يستطيع  
أن يرى الأشياء فيه إلا على هذا النحو ، كما يحدث غالباً في مشاهدة الزائرين للبلد  
من البلدان فإن الحكومات تلجم داعماً إلى تنظيم الرحلة بطريقة من شأنها أن  
تبعد هذا الزائر عن مشاهدة كل مالا تود هي أن يراه ، فيكون في هذه الحالة  
 مضطراً بحكم ظروفه إلى ألاً يرى غير مارأى .

ثالثاً : أن تكون الواقع مُعقَّدة ومتباينة أو موجودة في أمكنة متعددة، أو تحتاج إلى معرفة الكثرين من الخبرين أو العيون والأرصاد ، فتكون روايتهم في هذه الحالة مشوبة بالكثير من التقص لأنه لم يستطع أن يشاهد الحادث. كله جلة : فهذا كله يتنافى مع الدقة التي يجب أن يمحص عليها في الرواية ، فيضطر في هذه الأحوال إلى أن يورد الرواية على نحو غير دقيق . فالفارق بين النزاهة وبين الدقة إذن هو أنه في عدم النزاهة يفترض سوء النية ، وفي عدم الدقة يفترض حسن النية ويأتي الخطأ عن وهم أو استحاللة مادية .

ويمكن أن نضيف بعض العوامل العامة إلى عدم النزاهة مثل أن يكون المؤلف قد تأثر بنزعات استرضاء معاصريه تملقاً لذوق الجمهور أو استرضاء للعواطف الشعبية فيضطر أحياناً إلى أن يعرض الحقائق على نحو مختلف لما كانت عليه في الواقع ، وهو هنا إما أن يكون قد قصد إلى هذا قصداً أو يكون قد دفع إليه بطريقة لاشورية ؛ وأيًّا ما كان الأمر، فهذا يتنافى مع ما يجب من نزاهة . ومن دقة .

### ٣ - الرواية غير المباشرة :

كل هذا إذا كان مؤلف الوثيقة قد عاين الحادث مباشرة وجاءتنا روايته مباشرة . أما إذا لم يكن قد عاين الحوادث ، بل كانت روايته عن آخر عاينه أو قد ضم أخباراً متفرقة عن خبرين متتنوعين ، ضمها جيئاً لتكون أخبار عن حادث معين ، فإنه في هذا أيضاً يكون قد قدم لنا وثائق غير مباشرة . وأكثر المؤرخين إنما يسيرون على هذا الأساس الثاني : فقليل من المؤرخين هم الذين شاهدوا الأحداث التاريخية ، وقليل من المؤرخين هم الذين استطاعوا حتى أن يلقوها مرتبة واحدة فيما بين الحادث الأصلي وينبه هم أنفسهم . وحتى قائد المعركة الذي يكتب مذكرات عن معركته التي انتصر فيها ، قد اعتمد

هو الآخر على تقريرات جاءته من صغار الضباط من قواد الوحدات المختلفة المكونة لجيشه ، لأنه ليس في وسعه مطلقاً أن يشاهد الوحدات كلها كامنة .

وهنا يتبعنا علينا أن نلتجأ إلى طريقة أخرى غير الطريقة التي امتحنا بها الدقة والنزاهة بالنسبة إلى الوثائق المباشرة ، وأهم ما في هذه الطريقة أولاً أن نحاول قدر المستطاع أن نسلسل فيما بين الرواية المتوسطتين حتى نصل إلى الرواوى الأصلى الذى يكون قد عاين الحادث ؟ فإذا استطعنا بلوغه تمكنا حينئذ من أن نحدد الرواية من حيث قيمتها الحقيقية على وجه التقرير ، كامنة الحال تماماً إذا كانت الوثيقة مباشرة : فننظر في هذا الرواوى الأصلى من حيث أمانته ودقته والظروف التي وجد بها كافعلنا تماماً في الحالة السابقة . ولكن معرفة ذلك عسيرة كل العسر وتبليغ في أكثر الأحيان درجة الاستحالة ، ولا نكاد أن نجد لهذا شيئاً إلا في حالة الأحاديث النبوية فهى وحدتها تقريراً في كل الأخبار العالمية تلك التي وردت مفرونة برواتها رواية عن راو حتى نصل إلى الشاهد الحقيقى في عهد الرسول . والهمة تتحصر حينئذ في أمرين : الأول أن نمتحن الرواية المكونين للسلسلة الطويلة واحداً واحداً من حيث أمانته في الرواية من جهة ، وثانياً من حيث دقتها في الرواية . فالأمانة تكفل لنا أن يكون الحديث صحيحاً وليس مكذوباً أو مختالاً على الرسول ، والدقة تكفل لنا أن يكون نص الحديث هو بعينه كما قاله النبي . هذا فيما يتصل بالحديث لا بالآخر ، أما الآثار فلا يشترط فيها الصياغة لأنها ليست أقوالاً وإنما هي أفعال النبي . وعلينا بعد هذا – إذا ما استوفينا من أمانة الرواية ، واستبعدنا كل تجريح لشهادتهم وباقتنا إلى الرواوى الأصلى الصحابى – أن نمتحن هذا الصحابى من حيث أمانته في النقل أو دقتها في القول . ومع هذا فنحن يازاه هذه المسائل بحيرة هائلة ، ذلك لأنه من السهل على كل إنسان أن يرسم سلسلة طويلة موثوقة بأفرادها من الرواية ، ويزعم أن هذا الحديث أو ذلك

مروى عن فلان عن فلان إلى آخر المعنونة الطويلة حتى تصل إلى الصحابي مع أن الحديث يختلف منذ البدء . والصعوبة أكبر في امتحان شهادة كل الرواية التوسطين : فبعض التابعين لم يتورع مطلقاً عن الكذب ، فرجل مثل عكرمة في روايته عن ابن العباس قد زيف السكير من الأحاديث ، مع أنه يعتبر تابعاً بإذ روى عن صحابي . وكثيراً ما ينجد حشدًا هائلاً من الأحاديث منسوباً إلى أبي هريرة ، وما كان هو في الواقع غير تكاؤن كل من يحاول أن يزيف حديثاً . غير أن هذه المسألة أعني تسلسل الرواية لم يتحقق بوضوح ، مع ما في هذا من تحفظات ، إلا بالنسبة إلى السنة النبوية ، وفيما عدا هذا لا نكاد أن نعرف الرواى الأصلى الذى نقل عنه المؤرخ ، أى المعاين المقيق للحدث . وأكثير ما لدينا من مصادر مجهول الاسم ، لأن كل المؤرخين قد اعتمدوا على أشخاص قد يكونون بدورهم رواة عن رواة ، وعلى كل حال فلم يذكر لنا هؤلاء المؤرخون من هم هؤلاء الرواة الذين أخذوا عنهم .

يجب علينا حينئذ أن ننظر في هذه المصادر المختلفة التي اعتمد عليها المؤرخون ، لكي نتبين هل هناك صفات مشتركة في مختلف الروايات التي يأتى بها المؤرخ عن حوادث معينة ؟ وحينئذ نستطيع أن نحدد على وجه التقرير مصدرأً عاماً لروايته ، فهو ودونس مثلاً نرى من رواياته أن أكثراً منها مطبوع إما بطبع أثيني أو دلفي ، فنعرف حينئذ أن الأخبار التي يوردها يجب أن تكون مطبوعة بنظرية الأثينيين والدلفيين إلى الأحداث التي روتها . فوصف هيرودونس للأشقوزيين Scythes يحتوى على أخبار كلها من مصدر أثيني ولذلك كانت أخباراً متهمة لأن الأثينيين كانوا أعداء للأشقوزيين . وكذلك الحال إذا رأينا كتاب تاريخ شيئاً فإننا نجد أن الروايات الواردة به أكثر مصادرها شيئاً مما يجعلنا نتحفظ في تصديقها فيما يتصل بالخصوص وفيما يتصل بالشيعة أنفسهم .

وهنا عامل حاسم مهم يجب أن نهتم به في الدراسات التاريخية هو ما يسمونه عامل النقل *tradition* ، والنقل إما أن يكون شفافاً أو كتابياً ، فإن كان كتابياً كان موثقاً به بدرجة أكبر ، أما النقل شفافاً فأشعر ، لأنه من الصعب جداً أن ينقل شيء شفافاً بدقة ، اللهم إلا في بعض أحوال قليلة مثل الأمثال والشعر ، فهنا يمكن الاعتماد على النقل الشفوي . أما فيما عدا هذا فإن التاريخ أو الروايات الحقيقة ستنتحل في هذه الحالة إما إلى أسطoir أو إلى حكايات . أما الأسطورة *légende* فهي الروايات الشفوية التي تتناقلها الشعوب غير المتحضرة وفيها مستودع معلوماتهم عن الحوادث ، وتکاد أن تكون في أحيان كثيرة المصدر الوحيد لمعرفتنا عن شعب من الشعوب في عصر من العصور . أما الحكاية *anecdote* فهي الصورة الباقية من الأسطورة لدى الشعوب المتحضرة ، وهي تلك الروايات التي لا تكتب لأنها مسائل شخصية أليفة سرية تجنيح الكتابة عن تسجيلها فتناقل شفوياً فيما بين الأفراد وتكون نوعاً من التاريخ الذي كثيراً ما يكون صادقاً كل الصدق أو كثراً من التاريخ المكتوب ، وقد يكون معتبراً أو دالاً في أحيان كثيرة أو كثراً مما يدل عليه التاريخ المسجل ، لأن فيها من البساطة وبالتالي من الصدق في التعبير ، ولأن فيها من الأخبار الأليفة السرية التي قد تكشف عن الأسباب العظمى والتتابع الخفية ، أكثر مما تكشف عنه التحليلات التاريخية المنظمة .

ويجب ألا نفتر بالطريقة التي كتبت بها التواريخ ، فكثيراً ما تكون في الظاهر في معرض تأريخي على ، ولكنها في الواقع ليست إلا أسطoir ، مثل ما نرى في الكتاب الأول من كتاب الحروب الإلوبونيزية لثيوکوديدس *Thucydide* فهي كلها أسطoir عن نشأة الشعوب اليونانية ويجب أن تعامل على هذا الأساس مع أن بقية الكتاب من أحسن الأبحاث التاريخية .

### ٣ - استعادة الواقع Reconstruction

وبهذا تنتهي مهمة النقد ، ولكنها مهمة أولية تحضيرية كل ما تقدمه لنا هو الوثائق مبنية صحتها ومعلمة كلها بعلامة تدل على درجة اليقين فيها ، ولكن هذا ليس بعد التاريخ الحق ، أما التاريخ الحقيقي فيبدأ من هذه الوثائق لكي يستعيد الواقع كما حدثت في واقع التاريخ وهنا يجب أن نلاحظ أن مهمة التورخ في غاية الصعوبة ذلك لأن الواقع التاريخية ليست كالواقع الفزيائية ، فالواقع الفزيائية حاضرة باستمرار ، يمكن إجراء التجارب عليها أبداً ، وفي درجة واحدة ، ويمكن أن نعزل بعضها من بعض ، أما الواقع التاريخية فمتاز بعدة خواص : أولاً أن الوثيقة التاريخية ، وهي الشيء الوحيد الباقي من الواقعية التاريخية ، والأساس الباقي الوحيد الذي يقوم عليه التاريخ ثانى دائمًا مختلطة بكثير من الواقع ، فلو أخذنا مثلاً وثيقة كوثيقة ميش Mesha ، وهي نقش مختلفت لدينا من الوايدين Moabs ، نجد أن فيها أولاً مسائل خاصة بلغتهم وثانياً بطريقة كتابتهم ، وثالثاً بطقوس عبادتهم لآلهتهم ، ورابعاً بمحروهم مع بني إسرائيل . ولا يمكن بالدقة أن نعزل هذه العناصر بعضها عن بعض حتى يتيسر دراستها دراسة دقيقة ، كما نفعل في عزلنا للعناصر الكيميائية الدالة في تركيب شيء ما . ثانياً : تمتاز الوثائق التاريخية بأنها تأتي لنا على درجة غير متساوية في العموم ، فبعض الأخبار تتصل بأحوال عامه جداً ، وبعضاها الآخر يتعلق بأشياء جزئية لحالة فرد من الناس أو واقعة معينة كأن يكون بروتس قد قتل فيصر ، علينا حينئذ أن نرفع هذه الوثائق إلى درجة من العموم واحدة ، حتى يمكن أن تدرس في مستوى واحد . ثالثاً : الواقعية التاريخية ، محددة بزمان ومكان معينين ، وإلا لم تكن لها قيمة تاريخية حقيقة ، اللهم إلا كثيرة عام من آثار الإنسانية عامة ، وفي هذا نقص هائل تقييمها التاريخية ، بينما الواقعية المبنية

ليست محددة بزمان ومكان . ومن السهل إذن أن نُنْفِلُ أى اعتبار من هذه الناحية . — وقد رأينا ما هنالك من صعوبة هائلة في تحديد تاريخ الوثائق ؛ فهذا مما يجعل مهمة المؤرخ أكبر مشقة جداً من مهمة العالم الفزيائي .

لهذه الخصائص وخلصائص أخرى كثيرة غيرها ، كانت مهمة المؤرخ صعبة كل الصعوبة ، ولهذا كان من الصعب جداً أن يهدأ التاريخ علمًا ، خصوصاً إذا لاحظنا أن التاريخ لا يختلف لنا نفسه ، وإنما يختلف لنا تغييرات وأوصافاً للأحوال التي جرت فيه ، والأوصاف والادراكات كلها تتوقف على أمور نفسية أو ذاتية هي الأحوال الذاتية الخاصة بمُؤلف الوثيقة ما عدا أحوالاً قليلة هي أحوال الأشياء المادية الدالة على آثار مثل الآثار الكثيرة أو اللوحات في دلالتها على ما أنتجه الفنان . ومن هنا كان على التاريخ شاه أو لم يشاً أن يكون ذاتياً وأن يتوقف على قدرة ذاتية خالصة للقائم بالبحث التاريخي ، خصوصاً إذا لاحظنا من ناحية أخرى أن الوثائق لا تعطينا صورة سينائية عن الحادث ، وإنما هي صور متأثرة بينها وبين بعض الكثير من المهوت وأنواع التعمق والاختلال وعدم الارتباط . فـأى عمل هائل على المؤرخ أن يقوم به من حيث إـكـالـكـلـلـقـصـ وـسـدـكـلـثـفـرـةـ بـيـنـ الـوـثـائـقـ الـمـخـلـقـةـ ! ومن هنا كان التاريخ إلى حد كبير يقوم على الفن وعلى موهبة خاصة عند المؤرخ الذي يستطيع أن يحيي الماضي بكل ما كان عليه وأن يستعيد كل تجاريـهـ فـيـ الـمـاضـيـ اـبـدـاءـ منـ الـوـثـائـقـ ، وـابـدـاءـ منـ الـوـثـائـقـ وـحـدـهـ ، وـكـانـهـ حـيـّهـ مـنـ جـدـيدـ وـتـرـاءـتـ لـهـ عـيـانـاـ .

ذلك أن غاية المؤرخ على حد تعبير رنكمه *Ranke* المؤرخ الألماني العظيم (في القرن التاسع عشر) هي أن يستعيد الواقع التاريخي ، كما كانت هي عليه بالفعل في الماضي ، وكأنه عاينها بنفسه . ومعنى هذا أن يقوم المؤرخ — كما دعا إلى هذا دلـتـاـيـ — بـتـجـرـبـةـ حـيـّهـ فـيـ دـاـخـلـهـ الـأـحـدـاثـ الـمـاضـيـ وـكـانـهـ عـاـيـنـاـ بـنـفـسـهـ

ووجهًا لوجه ، فهذا — وبهذا وحده — يمكنه أن يورخ تاريخًا حقيقياً . وكل هذا إنما يعتمد على قدرة ذاتية ، ولا تجدى الوثائق وحدها فعًا مهما كان من تعددتها ، ولهذا سيظل البحث التاريخي بالضرورة بمعناها ذاتياً . ولكن يمكن أن نحدد مهمة المؤرخ بعد هذا في الخطوات التالية : فعليه أولاً أن يستخرج من الوثائق كل المعلومات التي تعبّر عنها ، سواء أكانت هذه المعلومات متعلقة بأفراد وأشياء مادية أو كانت متعلقة بأعمال إنسانية أو كانت ثالثاً متصلة بدوافع وبواعث على هذه الأفعال . والخطوة الثانية أن يضم هذه المعلومات التي قدمتها الوثائق الجزئية بعضها إلى بعض ، ويصنفها تبعًا لمبدأ تصنيف معين ، والصعوبة كل الصعوبة في إيجاد مبدأ التصنيف هذا ، بحيث تدرج كل الواقع المتشابهة تحت فصل بالذات ولا يختلط بعضها ببعض . وثالثاً عليه أن يضعها جماء في إطار عام ، تدخل فيه كل هذه الواقع قدر المستطاع حتى تكون صورة واححة للعصر التاريخي أو للتاريخ العام الذي يبحث فيه . فهذه الصورة الإجمالية أو الإطار العام الذي تدخل فيه الواقع الجزئية لا بد من وجوده في ذهن المؤرخ ، خصوصاً وأن استعادة التاريخ معناها رد التاريخ حاضراً بالفعل وفقاً لسلسلة الزمني ، وهذا لن يتم إلا بواسطة هذه الصورة الإجمالية العامة . ورابعاً يجد المؤرخ نفسه هنا بازاء كثيرة من التفارات في داخل هذا الإطار ، وعليه حينئذ أن يملاًها ويملاً كل فراغ بين تسلسل سير الأحداث حتى يطرد سير التاريخ ويكون متصل الأجزاء ، وهنا تقوم الموهبة التاريخية الحقيقة وتعتمد في غالبيها على الخيال الذي يستطيع أن يملاً كل هذه التفارات الفارغة ويعطى مضموناً لكل القوالب الجوفاء التي يجدها في إطاره العام . وهنا المهمة الحقيقة للاسترداد أو إعادة البناء . وخامسًا عليه أن يقوم بوضع الصيغ العامة أو الصيغ *formules* على وجه العموم التي يسجل فيها الحقائق التاريخية واحدة واحدة ، مما يدخل في هذا

الإطار العام ، حتى تصبح حقائق معمولة قابلة لأن تدون في صورة تاريخية .  
فوضع الصيغ خطوة رئيسية جداً في كتابة البحث التاريخي . وأخيراً تأتي خطوة  
سادسة هي خطوة العرض ، وهي خطوة عملية أكثر من أن تكون نظرية ،  
ومهما المؤرخ فيها أن يعرض الأحداث وفقاً للصيغ التي اختارها ، وأن يرتتبها  
بحيث يمكن أن تنقل إلى الآخرين ، لأن تكون مقصورة على المؤلف وحده .  
وهذا العرض يتبع جملة من القواعد العملية التي يحسن ب المؤرخ اتباعها ، ولكن  
لا نستطيع من الناحية النهجية أن نفصل القول فيها لأنها ترتبط بالسمة المجزية  
لكل مؤرخ مؤرخ ، خصوصاً إذا لا حظنا أن هذه القواعد العامة التي وضعناها  
يجب أن تكيف وفقاً للدراسة الخاصة التي يقوم بها المؤرخ .

## المنهج في علم الاجتماع

والمنهج في علم الاجتماع ينفصل كثيراً عن المنهج في التاريخ بوجه عام ، مع وجود روابط كثيرة بين الاثنين ، بحيث يندرج منهج الاجتماع في منهج التاريخ. فوجه التشابه أن الظواهر في كليهما زمانية في أغلب الأحيان ، وإن كنا نميل في الاجتماع إلى سلب الظواهر الاجتماعية صفة الزمانية لكي يجعلها قواعد عامة ، كيما نقرب بين الاجتماع وبين العلوم الوضعية قدر المستطاع . كما أن الاجتماع يدرس على أساس الوثائق المتخلفة لنا عن المنشآت الاجتماعية في تطورها التاريخي. ولا يجدى هنا إلا منهج المقارنة ، ثم منهج التغيرات المساوية من بين المنهاج الأربعة في التجريب .

ولكن يجب أن نحدد الظاهرة الاجتماعية بطريقة أدق كافضل دور كيم فعل الظاهرة الاجتماعية تمتاز بصفتين : الأولى أنها مستقلة عن الوعي الفردي وأنه لا يكفي أن يكون قد قام بها كثير من الناس أو أن تكون منتشرة في يثبتة من البيئات لكي تعد ظاهرة اجتماعية ، إنما يجب أن تكون ظاهرة خارجة عن كل وعي فردي بحيث يجدو وكأنها تفرض فرضياً على العقول الفردية دون أن يشعروا هم بأنهم الفعلة الحقيقيون كأفراد في بنائها بحيث لا يمكن أن تنسب إلى فرد بالذات ، بل إلى المجموع كمجموع ، كلاماً يمكن أن تصدر عن فرد على حدة ، لأنها تتوقف على تركيب جمعي معين هو وحده الذي يستطيع أن يفسر حدوثها. ثانياً تمتاز الظاهرة الاجتماعية بأنها قسرية coercitive إلزامية ، وهذه الصفة نتيجة للصفة السابقة ما دامت هذه الظواهر تفرض على الفرد فرضياً ، وهو مضطرو بحكم ارتباطه بالمجتمع أن يتأثر بها وأن يخضع لها – شاء ذلك كفرد أو لم يشا .

ولكن هذا التحليل للواقع الاجتماعية واضح أنه ينبعه الكثير من الدقة لأنّه يبتعد عن الظواهر الاجتماعية بعض الظواهر التي تصدر عن الآراء الفردية ويكون لها أثر في الجموع : كالقوانين التي تصدر عن شخصية سياسية أو فكرية تنقل تأثيرها في المجتمع إلى بعد حدوده ، مكونة بهذا منشأة اجتماعية أو وضعاً اجتماعياً معيناً .

غير أن تحديداً للظاهرة الاجتماعية على هذا النحو يمكننا من أن نبين النهج الذي يجب أن نسلكه في الكشف عن قوانين الاجتماع والاطرادات الموجودة في المشاكل الاجتماعية . وهنا سنجده أن النهج الأعم والذى يجب أن يشمل قيمة المنهج في علم الاجتماع هو منهج التغيرات المساوقة : وذلك بأن تبين التغيرات الموجودة في منشآت ومقارنها بتلك التي تحدث في منشأة أخرى ينتها وينتها تلازم في التخلف ، وتلازم في الواقع ، بحيث ينشأ عن فقدان عنصر من الواحد ، فقدان عنصر من الآخر . ولذلك نصل إلى تحديد دقيق على هذا الأساس يحسن بنا قدر المستطاع أن نعي عن هذه التغيرات المساوقة في صيغة رياضية كما حاولنا تماماً بالنسبة للعلوم الفيزيائية ، ولهذا كانت طريقة الإحصاء هي من أعظم الطرق وأخصبها في منهج علم الاجتماع لأنّها تحدد بطريقة دقيقة كيفية حدوث التغيرات المساوقة مما يجعلنا نفهم قوانين أو استطرادات الأحوال الاجتماعية . ويحدد دور كريم قواعد منهج الاجتماع بخمس :

١ - يجب أن نعد الواقع الاجتماعية كأشياء أى يجب علينا الالتئر بأية معان سابقة تجعلنا ننظر إلى هذه الظاهرة أو تلك من وجهة نظر معينة ، بل يجب أن نعد الظاهرة الاجتماعية ظاهرة طبيعية موضوعية خارجية ليست متاثرة بشخصية معينة هي التي تفسرها أو تكونها . فأنواع الآين *mœurs* وألوان القيم

الأخلاقية الموجودة في جماعات من الجماعات — كل هذه الأمور يجب أن تخُلُّكُم عليها من وجهة نظر عاداتنا نحن أو عادات فرد من الناس أو عادات بيئه معينة في زمان ومكان معينين ، فلا تنتهي هذا النوع أو ذاك بأنه منحط أو خارج عن هذا السياق أو ذاك بأن نقول إنه خارج عن الدين أو عن معيار الأخلاق .. الخ بل نعده كوقائع الطبيعة سواء سواء ، نستبعد منه كل قوم ، وننظر إليه نظرة وصفية موضوعية خالية من كل نظرة تقويمية . فبهذا يمكن أن يصير المجتمع علمًا بالمعنى الدقيق ، أي مجموعة من المعارف المتصلة بوقائع موضوعية غير متأثرة بمن يفسرونها أو باعتبار تقويمى معين .

٢ — والقاعدة الثانية أن نميز في داخل هذه الواقع الموضوعية بين ما هو سوى ، وما هو مرضي . فالسوى هو الذي يكون القاعدة العامة في بيئه من البيئات ، والمرضى هو الذي يكون اخراجًا عن القاعدة العامة أو شذوذًا عن القاعدة السائدة ، مع اختلاف في تقدير درجة السوية .

٣ — بعد أن نقسم ونصنف الظواهر الاجتماعية على النحو السالف نستطيع أن نتبين المشابهات العامة أو الخاصة الموجودة بين طوائف من الظواهر الاجتماعية فتبين حينئذ أنمطاً عاماً لأنواع الاجتماع وللحوال الناشئة عن الوجود في جماعة ، ابتداء من الجماعات الخنطولة *hordes* والقبيلة *clan* . وتلك هي القاعدة الثالثة من قواعد المنهج في الاجتماع ، ألا وهي أن نحدد الأنماط العامة لأنواع الاجتماع .

٤ — إذا ما حددنا هذه النتائج وبينناها بالتفصيل استطعنا أن نحدد بعد هذا الأحوال الاجتماعية الخاصة التي توجد فيها كل جماعة ، واستطعنا وبالتالي أن نفهم هذه الأحوال الاجتماعية من حيث الأسباب التي تعمل فيها دائمًا . وهنا يجب أن تكون هذه الأسباب اجتماعية خالصة ، فتفسر الأحوال الاجتماعية بمضامها

بعض ، دون التجاء إلى أحوال فردية إطلاقاً أو قدر المستطاع . فالاجتماع يفسر الاجتماع ، ولا يجب أن يفسر بعلم النفس الفردية إلا في الأحوال الفصوى ، وهي حينما تكون الظاهرة الاجتماعية على شفا المطافة الفاصلة بين الاجتماع وبين علم النفس . ولهذا كانت القاعدة الرابعة أن نبحث في العلل الفاعلية المترتبة على الظواهر الاجتماعية ، ولا بد أن هذه العلل اجتماعية بدورها . ومنهج المقارنة — مع الاستعانة بالمنهج المكون للقاعدة الخامسة — هو الذي يحدد لنا بالدقة هذه العلل الفاعلية .

هـ — والمنهج الذي يجب أن نسلكه بعد هذا يجب أن يكون كما قلنا خصوصاً منهج التغيرات المساواة ، لأن الظواهر الاجتماعية لا يمكن أن تدرس بدقة إلا عن طريق مقارنة ظواهر متشابهة تنتج تأثيراً متشابهاً . ذلك أن التجريب إن كان عسيراً في علم النفس مع أنه يجري على فرد ، فكم يكون أشد عسراً بكثير إذا كنا نريد أن نجريه على جماعة ! ذلك أن إجراء تجربة على جماعة يإلاهه عنصر أو وضع أو قاعدة سائدة أو نوع من الآرين من شأنه أن يحدث ثورة اجتماعية كلية والمجتمعات لا تسمح بهذا . وكل ما نستطيع أن نقوم به هو تكوين جماعات قليلة مصطنعة اصطناعاً نحاول أن يجعل منها حقلات التجاربنا . ولكن في هذا الكثير من التعسف والتضييع ، ولا يمكن أن يؤودي فعلاً إلى الحقيقة في أمر الظواهر الاجتماعية لأن هذه غالباً تلقائية وتصدر عن أحوال عامة من زمان ومكان وتأثيرات خارجية وتتأثر بالبيئة وبالوضع التاريخي ، وهي أمور لا يمكن أن تصنف أو تستثار قصداً . لهذا كان منهج التجريب ، بالمعنى العلمي غير متيسر إطلاقاً في علم الاجتماع اللهم إلا منهج التغيرات المساواة مع ما فيه من تعصٍ إذا ما طبق في الاجتماع ، لأنه سيؤول أيضاً إلى منهج تاريخي من ناحية ومن ناحية أخرى من العسير ، جداً أن نجد أحوالاً اجتماعية وأوضاعاً اجتماعية

ستشابه لبيانات مختلفة ، فضلاً عن أن العوامل المؤثرة في الاجتماع عديدة وخفية .

فمن الصعب جداً أن تكشف عن العوامل أو المدى الفاعلية المنتجة لهذه الظواهر أو تلك ، ولكن يجب أن نحاول استخدام هذا المنهج قدر المستطاع وأن نعبر عن نتائجه بدقة قدر الإمكان ، وذلك باستخدام طريقة الإحصاء ، وهي طريقة تقوم عادة على حساب الاحتمالات لأننا لا نستطيع أن نعین أشياء دقيقة كمية ما دمنا بيازاء ظواهر لا يمكن أن تخضع للكم إلا بعسر . وقد أفلح هذا المنهج خصوصاً في علم الاقتصاد لأنّه لا يقتصر على أحوال اجتماعية لأصحاب عقول واعية ، بل يمتد أيضاً إلى مسائل وأشياء مادية ، وفي هذا يمكن إدخال الكم والتقدير الكمي بدرجة أكبر . أما في الاجتماع بالمعنى الضيق ، فتستطيع المنهج في الغاية من العسر ، فضلاً عن أنه أدى إلى كثير من النتائج السطحية المغالطة .

والإحصاء على نوعين : إحصاء رسمي ، وإحصاء غير رسمي .

فالإحصاء الرسمي هو الذي تأمر به الدولة وتسير على إعداده وتنظيمه واستخراج نتائجه بواسطة أجهزة تختص بذلك ضمن جهاز الدولة العام : إما على هيئة مصلحة للإحصاء ، أو بواسطة أجهزة إحصاء فرعية في مختلف مرافق الدولة تتوّلي القيام بالإحصاءات في القطاع الذي تدرج فيه وتحتّص به . ومن هذا النوع : الإحصاء أو التعداد العام للسكان من نواح عديدة : العدد ، الدين ، المهن ، الحالة الاجتماعية من زواج وغيره الخ ؛ والإحصاءات الجزئية مثل الصادرات والواردات ، الإنتاج الزراعي والصناعي ، الدخول الفردية ، الخ .  
وعلم الاجتماع يتلقى هذه الإحصاءات على أنها ملاحظات غير مباشرة ،

لأن غيره هو الذي تولاهما . وقيمتها تتوقف على الدقة التي تمت بها ، والتزاهة والأمانة في إجرائهما واستخلاص نتائجها والظروف التي تمت فيها والوسائل التي اتخذت والاحتياطات التي وفي بها ابتعاد الاستقصاء والدقة في البيانات . لكن المقارنة بين الإحصاءات المختلفة في السنوات والظروف المختلفة تفيد في تصحيح ما عسى أن يكون قد طرأ عليها من خطأ أو تزيف أو قصور وإهمال .

على أن من الممكن الإفاده من هذه الإحصاءات في التنبؤ بالمستقبل الاجتماعي ، تنبؤاً يغلب عليه الاحتمال طبعاً نظراً لعدم اليقين في القوانين الاجتماعية التي يمكن أن تبني على الإحصاءات .

ومن أنواع الإحصاء ما يسمى باسم التحقيق<sup>(١)</sup> enquête وهو إحصاء غير رسمي يستخدم في استقصاء الحقائق عن ظاهرة من الفواهر الاجتماعية أو في استبيان الرأي العام في مشكلة من المشاكل . فالتحقيق يهدف إلى معرفة آراء عدد كبير من الناس حول مسألة من المسائل : وهي مسائل متفاوتة كل الفاوت . والانتخابات في الدول الديمقراطية والاستفتاءات هي ألوان من التحقيقات السياسية . وفي الولايات المتحدة الأمريكية نمت طرائق التحقيق والكشف عن الرأي العام نمواً بالغاف في هذا القرن : ومن أشهر هذه الطرائق طريقة الدكتور جالوب Dr. Gallup ومتتاز من سائر الطرق ب أنها بدلاً من سؤال أشخاص عديدين جداً تقتصر على أفراد متوجبين typiques يمثلون مختلف الأعمار و مختلف الأوساط الاجتماعية ، وبأنجحه مختلف العقليات الموجودة في

بلد ما يراد فيه إجراء تحقيق عن مسألة من المسائل . وقد تبين أن هذه الطريقة التي تم على أفراد نموذجيين قد أدت بنتائج فائقة الدقة تتفوق على غيرها من الطرق ، خصوصاً طريقة المكالمات الهاتفية (التليفونية) فقد كانت بعض «معاهد الرأي العام» في أمريكا تتخذ الطريقة التالية وهي أن تخاطب تليفونياً عدداً كبيراً من الأشخاص وتسلمهم ؛ وقد بين جالوب أن هذه الطريقة مصدر لأخطاء عديدة ، لأنها لا يملك التليفونات غير عدد قليل من الناس ، ومن هنا كانت آراؤهم لا تمثل إلا الطبقة التي تملك الحصول على تليفون أو الذين يعملون في مكاتب بها تليفونات الخ . على أن قيمة طريقة جالوب تتوقف هي الأخرى على طريقة اختيار الأشخاص الذي يسألون ، وتستوجب لذلك أفراداً مثليين حفاظاً لطبقات اجتماعية شديدة التنوع من حيث السن والمهنة والسكن ، والدخل ، ومستوى المعيشة ، الخ .

ومنهج<sup>(١)</sup> الإحصاء يستجيب لاحتياجين أساسيين من حاجات العلوم الاجتماعية وما :

١ — أنه يحل محل التجريب ، فيما يتعلق بالظواهر الحاضرة ، كما أن التاريخ يحل محل التجريب فيما يتصل بالواقع الماضي؛ والإحصاء هو المنهج الوحيد القابل للتطبيق على دراسة الظواهر التي لا يملك تغيير ظروفها ؛

٢ — أنه يسمح ، كما يقول كورنو Cournot بجمع وتنسيق وقائع عديدة من أنواع مختلفة ، بحيث نحصل على روابط عديدة مستقلة عن شواذ الصدفة .

المنهج المونوغرافي :

وهناك منهج آخر ينافس منهج الإحصاء في الدراسات الاجتماعية وهو

المبحث المونوغرافي la méthode monographique . وأسلوبونوغرافي الأصل وصف موضوع مفرد : فالسيرة هي مونوغرافيا فردية . لكن المقصود بها في علم الاجتماع هو القيام بدراسة مفردة عن جماعة أولية مثل الأسرة ، القرية ، القبيلة ، المصنوع الخ . غير أن بعض علماء الاجتماع الأمريكيين فهموا منها أيضاً دراسة الأفراد كوسيلة للدراسة الاجتماعية .

وأول<sup>(١)</sup> من أدخل دراسة سيرة الشخص والوثائق الشخصية في علم الاجتماع هو توماس وزنانيسكي Thomas & Znaniecki في كتابهما : «الفللاح البولندي في أوروبا وأمريكا»<sup>(٢)</sup> ، وقد قالا إن هذا المبحث في علم الاجتماع هو «النموذج الكامل للدراسة الاجتماعية» . وأرادا أن يدرسوا الحياة الاجتماعية دراسة علمية تنسحب حساب العوامل الموضوعية والعوامل الذاتية للسلوك . وحاولا تصحيح نظرياتهما والفرضيات التي افترضها بالاستعانة بالوثائق الشخصية ؛ واستخرجوا بذلك مبادئ وتعاليم يمكن تطبيقها في مواقف أخرى في مجرى التطورات الاجتماعية . لكن نتائج أبحاثهما والمبادئ التي وضعها قد تلقاها علماء الاجتماع بالتحفظ . فقد اعترف بما للوثائق الشخصية المتعلقة بحياة شخص أو أشخاص في بيئته ما من فائدة بوصفها معطيات يستفاد منها في البحث الاجتماعي ؛ لكن قيمتها العلمية مخلوقة لأنها شخصية فردية . وقيمتها هي في الدراسات الوصفية والأبحاث التمهيدية الاستكشافية لأنها تعطي أفكاراً هادئة في البحث ، لا نتائج يقينية يمكن تعليمها .

لكن جاء ألبورت G. W. Allport فدافع عن قيمة المونوغرافيا القائمة

(١) *The Polish Peasant in Europe and America*, 1833-34.

(٢) راجع مقال أرنسن برجس في : «علم الاجتماع في القرن العشرين» التي أشرف على إخراجه جورج جوردنتش ، باريس سنة ١٩٤٧ ج ١ من ٢٨ وما يليها .

على السيرة الشخصية والوثائق الشخصية وقال إنها نافعة في المنهج العلمي الاجتماعي  
نفسه :

« وأن من الممكن بيان أن المونوغرافيات تعمق الفهم ، وتفوّى القدرة على  
التبؤ ، والقدرة على الضبط بأن تجعلهما يتجاوزان المستوى الذي يمكن المرء  
بلغه إذا ما تسلح بالفهم السليم وحده »<sup>(١)</sup> .

ويمكن اتخاذ منهجين للتفسير يطبقان على الوثائق الشخصية : المنهج النوموتيني  
أو الدراسة المقارنة للوثائق ابتعاد الوصول إلى تعميمات ؛  
والمنهج الأيديوغرافي idiographique أو دراسة الأحوال الفردية من ناحية  
ما فيها من فردية وتنمية .

### القياس الاجتماعي<sup>(٢)</sup> :

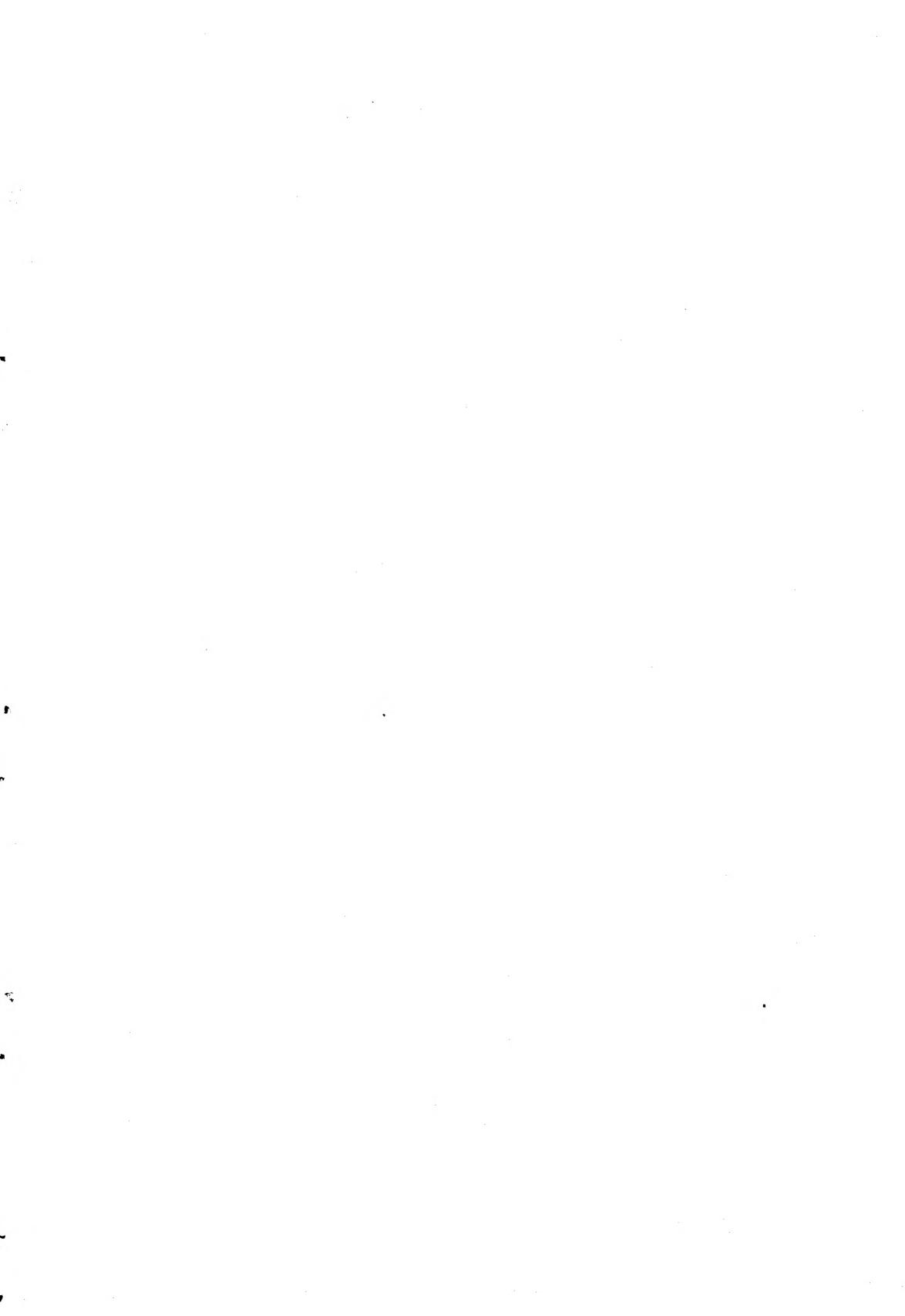
على أن الفهم يتوقف على تحليل التصورات المتعلقة بظاهرة اجتماعية . ولكن  
هذا التحليل المنطقي فيه من الفوضى ما في التصورات ؟ وهذا فكر بعض  
علماء الاجتماع في اتخاذ منهج يكون كفيلاً بالدقة العلمية . ولما كانت الدقة  
العلمية لم تتحقق إلا عن طريق إدخال السكيم في الدراسة ، هذا بحثوا عن طريقة  
كية تكون مكملة للتحليل المنطقي للتصورات ، فاتخذوا ما سمي باسم « القياس  
الاجتماعي » sociométrie الذي ينسب إلى الدكتور ج . ل. مورينو Dr. J. L. Moreno  
( ولد في بوخارست سنة ١٨٩٢ ) وهو طبيب أمراض

The use of Personal Documents in Psychological Science. (١)

p. 185. ( عن المقال المذكور ) .

(٢) راجع عنه كتاب مورينو بعنوان Who shall survive ?

نفسية نساري الأصل ولكنها هاجر إلى أمريكا ، وكان تلميذاً لغرويد ، وأنشأ أولاً « الدراما النفسية » التي عُصِدَ بها إلى استئثار الانطلاقات اللاشعورية على المسرح : ثم تطورت الدراما النفسية إلى الدراما الاجتماعية وفواها إحياء مواقف اجتماعية مصطنعة على المسرح وتمثيل دور ما ، ول يكن دور الزنجي أو رب العمل . لكنه رأى أن هذا لن يخرج عن ميدان الكيف في الدراسة النفسية والاجتماعية ، فأنشأ منهج القياس الاجتماعي وخلاصته : أن نطلب إلى أفراد جماعة ما اختيار من يستطيعونهم أو يستقلونهم أو كثرون غيرهم في هذه الجماعة . والإجابات التي نحصل عليها تسمح بالحصول على رسوم اجتماعية ، تتبدي ، في شكلها الأولى ، على هيئة سلسلة ومثلث ومستطيل ونجمة . وحينما نمثل على ورقة إجابات كل أفراد هذه الجماعة فإننا نحصل على تعقيدات تبدو لأول وهلة أنها لا يمكن فصلها وتمييزها . لكننا نستطيع رغم ذلك الوصول إلى تمييز بعض الأمور السائدة وإلى نتائج ذات دلالات . فمثل الشخص الذي ينال استلطاناً كبيراً ( ويرمز إليه بنجمة ) يمكن أن يختاره إما زملاء استطاعتهم كثير من الزملاء : وحينئذ تكون يازاء شخصية « قوية » ؛ أو شخص اختاره ناس لم يلتفت إليهم الآخرون ، فتكون حينئذ يازاء شخصية « شعبية » . وإذا ما قارنا رسوماً اجتماعية sociegrammes مختلفة فإننا نصل إلى قوانين تحدد أو تعمم ملاحظات التجربة العالمية .



# مناهج البحث العلمي

# مؤلفات الدكتور عبد الرحمن بدوى

## (١) مبتكرات

٤ - الحور والنور	١ - الزمان الوجودى
٥ - نشيد الغريب (شعر)	٢ - هموم الشباب
٦ - هل يمكن قيام أخلاق وجودية؟	٣ - مرآة نفسى (شعر)

## (ب) دراسات أوربية

٣ - المنطق الصورى والرياضي	١ - الموت والعبقريه
٤ - دراسات في الفلسفة الوجودية	٢ - في الشعر الأوربى المعاصر

## خلاصة الفكر الأوربى

٥ - أرسطو	١ - نيتشه
٦ - ربيع الفكر اليونانى	٢ - اشبنجل
٧ - خريف الفكر اليونانى	٣ - شوبنهاور
٨ - فلسفة العصور الوسطى	٤ - أفلاطون

## (ح) دراسات إسلامية

١ - التراث اليونانى في الحضارة الإسلامية	
٢ - من تاريخ الإلحاد في الإسلام	
٣ - شخصيات فلقة في الإسلام	
٤ - الإنسانية والوجودية في الفكر العربي	
٥ - أرسطو عند العرب	
٦ - المثل المقلية الأفلاطونية	
٧ - منطق أرسطو (٣ أجزاء)	

- ٨ — شهيدة العشق الإلهي : رابعة العدوية
- ٩ — شطحات الصوفية (أبو يزيد البسطامي)
- ١٠ — روح المضاربة العربية
- ١١ — الإنسان الكامل في الإسلام
- ١٢ — التوحيدى : الإشارات الإلهية
- ١٣ — مسکویه : الحکمة الخالدة
- ١٤ — فن الشعر لأرسطو طاليس وشروحه العربية
- ١٥ — الأصول البوئانية لمنظريات السياسية في الإسلام
- ١٦ — أرسطو طاليس : في النفس (مع الآراء الطبيعية لفلاطرون)
- ١٧ — ابن سينا : عيون الحکمة
- ١٨ — ابن سينا : البرهان
- ١٩ — الأفلاطونية الخدمة عند العرب
- ٢٠ — أفلاطونين عند العرب
- ٢١ — المبشر بن فاتك : مختار الحکمة
- ٢٢ — فلهوزن . الموارج والشیعة
- ٢٣ — أرسطو طاليس : الخطاۃ
- ٢٤ — ابن رشد : تأھیص الخطابة
- ٢٥ — مخطوطات أرسطو في العربية
- ٢٦ — مؤلفات الغزالی
- ٢٧ — مؤلفات ابن خلدون
- ٢٨ — أرسطو طاليس : في السماء والآثار العلوية

٢٩ — حازم القرطاجي وأرسطو طاليس

٣٠ — رسائل ابن سعین

٣١ — دور العرب في تكوين الفكر الأوروبي

(د) ترجمات

الروائع المائة

١ — ايشنلروف : من حياة حائز بائر

٢ — فوكيه : أندین

٣ — جيته : الديوان الشرقي

٤ — بيرون : أسفار أتشيلد هارولد

٥ — جيته : الأنساب الختارة

٦ — برشت : دائرة الطباشير القوقازية

٧ — ثربننس : دون كيخوته

٨ — لوركا : مسرحيات لوركا

٩ — برشت : الأم شجاعة

١٠ — دورنمات : علماء الطبيعة

اشفينسر . فلسفة الحضارة

## تنبيه

تقدّم البحث العلمي رهين بالمنهج ، يدور معه وجوداً وعلمأً ، دقة ومخالفاً ، خصباً وعقاً ، صدقأً وبطلاناً . ومن هنا كان الاهتمام البالغ بتعنّين مناهج البحث العلمي من أيام أرسطو حتى يوم الناس هذا . ويمكن أن نسرّ تطورات العلم والمعرفة العلمية بأدوارها المتفاوتة عن طريق بيان دور للمنهج العلمي في تحصيلهما .

ما اتّكس الملم إلّا بسبب النقص في تطبيق المناهج العلمية ، أو في تحديدها ، وما نما هذا بين العلماء الخالص وبين الفلاسفة الباحثين في منطق البحث العلمي . إنما يأتي الخلاف في تحديد دور كلا الفريقين في تشييد المناهج العلمية . ومن الواضح أنه كما أن معرفة الطب لا تستلزم بالضرورة الصحة ، ولا السير يمْضي القواعد الطبيعية ، فكذلك معرفة مناهج البحث لا تستلزم بالضرورة تحصيل المعرفة العلمية ولا اتباع قواعد المنهج العلمي . فهذا أمر ، وذاك أمر آخر .

ولكن المعرفة الوعية بمناهج البحث العلمي تمكن العلماء الباحثين من إتقان البحث وتلافي كثير من الخطوات التغيرة أو التي لا تقيّد شيئاً .

ومن هنا كانت فائدة بيان مناهج البحث للصلى .

وكتابنا هذا في بيان مناهج البحث التي يبني سلوكها في المجموعات الثلاث الكبرى من العلوم ، وهي : مجموعة العلوم الرياضية ، ومجموعة العلوم التجريبية ، ومجموعة العلوم التاريخية . والقواعد التي نسوقها هنا قواعد عامة ، أي تم المجموعة كلها دون أن تخصل علماً منها بعينه . ومن الواضح أن دمت فروقاً نوعية بين

النهج في المجموعة والنهج في كل علم علم منها ، ولكن البحث في هذه الفروق  
موضوع المناهج الجزئية وهو ما لم ينهدف إليه من هذا الكتاب .

وعسى أن يكون فيه ما ينيد في توجيه البحث العلمي — الذي لما يشمر بعد  
فـ العالم العربي ثماره المرجوة — على النهج السديد .

عبد الرحمن بدوى

مايو سنة ١٩٤٤

# فِهْرِسٌ

## صفحة

المنهج : ... ... ... ... ... ... ...	١٩ - ٣
معنى الكلمة ... ... ... ...	٥ - ٣
أنواع المنهج ... ... ...	٦ - ٥
علم النساج ... ... ...	٧ - ٦
تكوينه ... ...	١٢ - ٧
أنواع النساج ... ...	١٩ - ١٣

## المنهج الاستدلالي

الفصل الأول : ... ... ...	٨١ - ٤١
تطور العلوم الرياضية ... ...	٢٩ - ٤١
الدور العلمي عند اليونان ... ...	٣٠ - ٢٩
المندسة الخططية ...	٣٣ - ٣٠
المندسة الوصفية ...	٣٤ - ٣٣
المهندسات الالاقيدية ...	٣٧ - ٣٤
تطور الحساب ونشأة الجبر ...	٤٣ - ٣٨
تطور الجبر ...	٤٤ - ٣٤
الميكانيكا ...	٥٠ - ٤٤
نظرية العدد — معنى كلمة العدد ...	٦٨ - ١٥
الترتيب ...	٧٠ - ٦٨
أنواع الأعداد ...	٨١ - ٧٠

## المنهج الاستدلالي :

معنى الاستدلال ...	٨٣ - ٨٢
النظام الاستدلالي — تكوين النظم الاستدلالية ...	٨٩ - ٨٣
التعليل التقليدي للمبادئ (البيهيات — المصادرات — التعريفات)	٩٨ - ٨٩
الصلة بين هذه المبادئ ...	١٠٠ - ٩٨
قد هذه المبادئ ...	١٠٣ - ١٠١
مسار المنهج الاستدلالي ...	١١٥ - ١٠٣
الجبر العقل ...	١١٨ - ١١٦

صفحة

١٢١—١١٨	صور الاستدلال ... ... ... ...
١٢٦—١٢١	الناكل المعلبة ... ... ...

المنهج التجربى

١٢٩—١٢٨	خلوات المنهج التجربى ... ... ...
١٤٤—١٣٠	طريقة الملاحظة والتأدى إلى الواقع ...
١٧٠—١٤٤	التجرب ... ... ...
١٤٦—١٤٤	الفرض ... ... ...
١٥٠—١٤٦	نشأة الفروض ... ...
١٥٣—١٥١	شروط الفرض ... ...
١٥٥—١٥٣	نقد الفرض ... ...
١٥٧—١٥٥	تحقيق الفرض ... ...
١٦١—١٥٧	قواعد ولوحات يكون ...
١٦٢	قواعد مل ...
١٦٦—١٦٣	منهج الافاق ... ...
١٦٨—١٦٦	منهج الافتراق ... ...
١٧٠—١٦٨	منهج التغيرات المساوقة ...
١٨٢—١٧٠	أساس الاستقراء ... ...

المنهج الاستردادى (التارىخى)

١٨٨—١٨٣	حقيقة التاريخ ... ... ...
١٨٨	النقد الخارجى ... ...
١٩٤—١٨٨	١ — نقد الاستعادة ...
٢٠٤—١٩٤	٢ — نقد المصدر ...
٢١٧—٢٠٤	النقد الباطن ... ...
٢٠٩—٢٠٦	النقد الابجعى للتفسير ...
٢١١—٢١٠	النقد الباطن السلى للتزامه والدقة ...
٢١٤—٢١١	روايات شهادة البيان أو الروايات المباشرة ...
٢١٧—٢١٤	الرواية غير المباشرة ...
٢٢١—٢١٨	استعادة الواقع ... ...
٢٣١—٢٢٢	المنهج في علم الاجتماع ...